

Battery powered electric vehicle and electrical supply system

Patent number: DE69220228T
Publication date: 1997-09-25
Inventor: GREEN ROSS (GB); KELLAWAY MICHAEL (GB)
Applicant: WAVEDRIVER LTD (GB)
Classification:
- international: B60L11/18
- european:
Application number: DE19926020228T 19920803
Priority number(s): GB19910016659 19910801; GB19920006698 19920327; WO1992GB01435 19920803

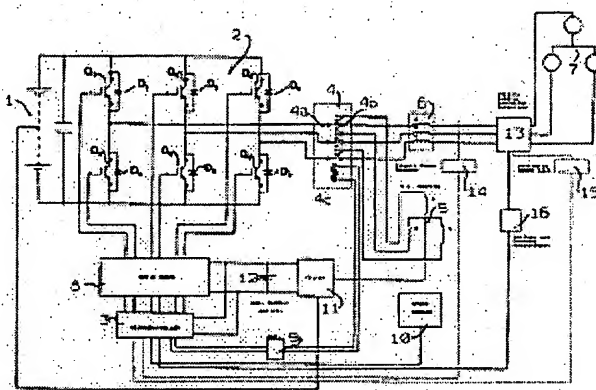
Also published as:

WO9302887 (A1)
EP0596988 (A1)
US5642270 (A1)
EP0596988 (B1)

Abstract not available for DE69220228T

Abstract of correspondent: **US5642270**

PCT No. PCT/GB92/01435 Sec. 371 Date Jan. 28, 1994 Sec. 102(e) Date Jan. 28, 1994 PCT Filed Aug. 3, 1992 PCT Pub. No. WO93/02887 PCT Pub. Date Feb. 18, 1993A charging system for a battery powered electric vehicle operates bidirectionally for charging the battery or for supplying power back to the utility grid at any selected power factor so that load leveling may be effected. A communications link between the utility and the charging system carries control signals and a control system associated with the charging system is responsive to the signals for controlling the charging rate and direction.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑧ EP 0 596 988 M1

⑩ DE 692 20 228 T 2

⑤ Int. Cl.⁶:
B 60 L 11/18

②	Deutsches Aktenzeichen:	692 20 228.5
⑥	PCT-Aktenzeichen:	PCT/GB92/01435
⑥	Europäisches Aktenzeichen:	92 916 630.4
⑧	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 93/02887
⑥	PCT-Anmeldetag:	3. 8. 92
⑧	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	18. 2. 93
⑧	Erstveröffentlichung durch das EPA:	18. 5. 94
⑧	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	4. 6. 97
④	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	25. 9. 97

DE 692 20 228 T 2

③ Unionspriorität:

91166595	01.08.91	GB
92066984	27.03.92	GB

⑦ Patentinhaber:

Wavedriver Ltd., Melbourn, GB

⑦ Vertreter:

von Samson-Himmelstjerna und Kollegen, 80538
München

⑧ Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU,
MC, NL, SE

⑦ Erfinder:

GREEN, Ross, Martin 37 Bishops Road, Cambridge
CB2 2NQ, GB; KELLAWAY, Michael, John,
Cambridge CB1 4SN, GB

⑤ Batteriegespeistes elektrisches Fahrzeug und elektrisches Versorgungssystem

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II 5 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 20 228 T 2

Die Erfindung betrifft elektrische Fahrzeuge und insbesondere batteriegespeiste
5 Fahrzeuge, mit entweder integrierten oder separaten Systemen zur Überführung
elektrischen Stroms, die geeignet sind, Strom zwischen den öffentlichen Stromversor-
gungen und den Fahrzeugen zu übertragen.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner Batterieladesysteme, die für elektrische
10 Fahrzeuge und sogenannte „Elektrische-Hybrid-Fahrzeuge“, des einen Haupt-Elektro-
antrieb und einen Hilfs-Verbrennungsmotor(AICE)-Antrieb aufweisenden Typs,
benötigt werden.

Umweltemissionen haben in den vergangenen Jahren das Interesse an alternativen
15 Mitteln zur Möglichkeit des Personen- und Warentransports gesteigert. Ökonomische
und gesetzliche Entwicklungen haben zusammen dazu beigetragen, die Ansicht zu
fördern, daß elektrisch angetriebene Fahrzeuge in den nächsten 10 Jahren in einer
wesentlichen Anzahl auftreten werden. Es ist möglich, daß die Anzahl der elektrischen
oder Elektrohydrid- (EH-) Fahrzeuge in Schlüsselgebieten im Jahr 2000 ca. 100.000
20 oder mehr betragen kann.

Neben den bekannt mäßigen Leistungsniveaus der Elektro- und Hybridfahrzeuge
besteht ein Hauptproblem in den Kosten. Derzeit wird erwartet, daß EH-Fahrzeuge
mit Leistungsniveaus, die für Personenbenutzung akzeptabel sind, zu erheblich
25 höheren Preisen verkauft werden, als funktionell vergleichbare konventionelle Fahr-
zeuge. Von besonderer Wichtigkeit sind hier die Kosten für die Antriebsbatterie, die
immer wesentlich kostenintensiver als ein Benzintank ist. Zumindest für die nächsten
Jahre wird unwahrscheinlich sein, daß irgendwelche ausgleichende Kosteneinsparun-
gen irgendwo innerhalb des Fahrzeuges möglich sind. Das heißt, daß ein batterie-
30 getriebenes elektrisches Fahrzeug immer einen beträchtlichen Kaufpreisnachteil im
Vergleich zu einem konventionellen Fahrzeug haben wird. Die täglichen Betriebs-
kosten werden durch die Notwendigkeit bestimmt, die Batterie alle paar Jahre zu
ersetzen. Ohne diese Notwendigkeit können die Betriebskosten eines elektrischen
Fahrzeuges sehr gering sein.

Bei elektrischen Fahrzeugen dieser Art ist es notwendig, deren Batterien von Zeit zu Zeit, üblicherweise über Nacht, aufzuladen. Der Ladeprozeß kann abhängig von der Anfangsladung und der möglichen Ladungsrate von weniger als 1h bis zu etwa 10h benötigen. Die elektrischen Stromversorger sind bemüht, den Einsatz einer großen
5 Zahl von elektrischen Fahrzeugen zu unterstützen, in erster Linie um Ihren Absatz an Elektrizität zu erhöhen.

Ein Hauptproblem für die öffentlichen Stromversorger ist die Anpassung der Versorgung an spontane Nachfrage. Dies schließt einen beträchtlichen Planungsaufwand ein,
10 einschließlich der Abschätzung des Fernsehverhaltens und der Wettervorhersage. Der Stromverbrauch kann auch aufgrund unverhersehbarer Umstände bedeutend schwanken.

Die öffentlichen Stromversorgungsunternehmen versuchen die Kontinuität der Zufuhr
15 bei Minimierung der Gesamterzeugungskosten sicherzustellen. Hierzu werden verschiedene Mittel eingesetzt. Als erstes wird eine Gesellschaft bevorzugt, ihre wirtschaftlichsten Generatoren wo immer möglich in Betrieb zu halten, obwohl diese üblicherweise eine längere Zeit zum Hochfahren benötigen und ihr Betrieb bei geringen Stromverbräuchen teuer ist. Parallel dazu wird sie eine ständig mitlaufende
20 (Spinning-) Reserve verfügbar halten. Diese Reserve besteht aus Generatoren, die bei keiner oder nur teilweiser Belastung laufen, jedoch mit dem Netz synchronisiert sind. Sie können zusätzliche Elektrizität sehr schnell erzeugen. Die Kosten zur Aufrechterhaltung einer solchen Reserve sind jedoch bedeutend. Zusätzlich hierzu halten die Stromversorger eine Anzahl von anderen Generatoren in einem Betriebszustand, aus
25 dem Sie in vielleicht 1 bis 30 Minuten angefahren und in Einsatz gebracht werden können. Im allgemeinen können kleinere Systeme schneller an das Netz gebracht werden, erzeugen jedoch die Elektrizität weniger ökonomisch als größere Systeme.

Es werden andere Systeme eingesetzt oder in Betracht gezogen, einschließlich Pump-Speicher-Systeme, die überschüssige Niedrigpreis-Elektrizität nutzen, um Wasser aus
30 eine Reservoir in ein zweites, physikalisch höher gelegenes Reservoir zu pumpen. Dieses Verfahren kann dann umgekehrt werden, wenn zusätzliche Energie benötigt wird. Auch die Batteriespeicherung ist attraktiver geworden, einschließlich der Verwendung von Hochtemperatur-Batterien, obwohl dies eine zusätzliche Gleichrichter-
35 und Inverter-Ausstattung an der Schnittstelle zum Netz erfordert. Die Haupt- und

Betriebskosten dieser Kapazitätsreserve sind hoch. Solche Techniken, wie sie oben beschrieben sind, sind im allgemeinen als Belastungsausgleichs-Techniken bekannt. In der jüngeren Vergangenheit gab es ein zunehmendes Interesse daran, Mittel zur Durchführung dieser Funktion zu schaffen, indem den Versorgungsunternehmen
5 einige Kontrolle über Verbrauchsverhalten der Konsumenten gegeben wird, üblicherweise, dadurch, daß den Versorgungsunternehmen ermöglicht wird, ferngesteuert den Energieverbrauch von großen Energieverbrauchsstellen abzuschalten oder zu reduzieren. Diese Technik ist als „nachfrageseitige Verbrauchsmanagement“ bekannt.

10 Die WO-A-90-12744 beschreibt ein Fahrzeugsystem zur Übertragung von elektrischem Gleichstrom auf ein Fahrzeug von einer geeigneten Zuführung und beschreibt ebenfalls die Möglichkeit die Leitung des elektrischen Gleichstroms zu einen externen Verbraucher, wie zum Beispiel einem Motor.

15 Die FR-A-2452814 (GB-A-2050089) beschreibt einen Fahrzeugantrieb mit einem DC/AC Gleichrichter zum Betrieb eines Gleichstrommotors und einem Umschalter, der die Verwendung des Inverters zum Laden der Batterie aus dem öffentlichen Netz ermöglicht.

20 Gemäß eines ersten Aspektes der vorliegenden Erfindung weist ein Ladesystem für ein batteriegetriebenes elektrisches Fahrzeug Mittel auf, zur Übertragung der elektrischen Energie zu oder von seiner Batterie entweder in Richtung zu oder von einer Wechselstromversorgung/-netz und Mittel zur Steuerung/Regelung, falls die Energie von der Versorgung bzw. dem Netz zugeführt wird.

25 Das Ladesystem kann stationär sein, zum Beispiel an der normalen Ladestation angeordnet sein, oder auch, bevorzugt, kann es mit einem elektrischen on-board Antriebssystem integriert sein. Bevorzugt, im letzteren Fall zumindest, weist das Batterielade-/Zuführsystem eine Anzahl von Halbleiterschaltern auf.

30 Damit die Richtung und die Menge der übertragenen Energie lokal oder ferngesteuert durch das Energieversorgungsunternehmen in einer solchen Weise gesteuert bzw. geregelt werden kann, daß die Zufuhr und Nachfrage an Elektrizität entweder auf Basis eines Netzes oder auf lokaler Basis ausgeglichen werden kann, benötigt das
35 Fahrzeugladesystem bevorzugt entweder ein zeitliches Steuermittel zur Anordnung

eines angeschlossenes Ladesystems für die Zuführung zum öffentlichen Netz zu geeigneten Zeiten, oder eine Kommunikationseinrichtung, damit die Versorgungsgesellschaft Signale zu den Fahrzeugen senden kann, um zu bewirken, daß diese den während des Ladens aufgenommenen Stromfluß ändern oder um den Stromfluß zur Einspeisung in das Netz umzukehren.

Dieses System bietet den Energieversorgungsgesellschaften eine große potentielle, schnell antwortende Kapazitätsreserve, ohne daß diese eine Spinning-Reserve umfaßt, mit geringen oder keinen Investitionskosten. Dies kann es für sie attraktiv machen, elektrische Fahrzeugbatterien zu fördern, und so eine Barriere für die Verbreitung von Elektrofahrzeugen zu beseitigen und den Absatz von Elektrizität, die diese zum Aufladen benötigen, zu steigern.

Die Erfindung beinhaltet ebenfalls ein elektrisches Stromeinspeisesystem, daß Mittel zur Kommunikation mit einem Elektrofahrzeug aufweist, das zum Aufladen mit dem Netz bzw. der Stromversorgung verbunden ist, um zu bewirken, daß das Fahrzeug elektrischen Strom von der Fahrzeugbatterie auf die Versorgung überträgt. Es sind kleinere Änderungen des ursprünglichen Ladesystems, wie es oben beschrieben ist, notwendig, zum Beispiel um den Empfang von Kommunikationen und optional deren Übermittlung zu oder von einem lokal- oder ferngesteuerten Kommandozentrum, das durch die Stromversorgungsgesellschaft gesteuert wird, oder anderes zu ermöglichen. Eine solche Kommunikationsverbindung kann auf Signalen basieren, die der Stromversorgung überlagert sind oder auf einem getrennten Kanal, wie zum Beispiel einem Kabel oder einer Fiber-Optik-Verbindung, übertragen werden, die zusätzlich für Abrechnungszwecke verwendet werden kann.

Dem oben beschriebenen Ladesystem wohnt die Fähigkeit inne, Energie bi-direktional zu übertragen, daß heißt von der Stromversorgung zu der Fahrzeugbatterie oder in umgekehrter Richtung, wie dies zum Beispiel zum Antreiben des Fahrzeugs (Batterie zu Motor) und zum Wiederaufladen der Batterie (Motor zu Batterie) erforderlich ist. Das System basiert auf Halbleiter-Technik. Die Auswahl der Richtung und der Betrag des Stromflusses zu oder von dem öffentlichen Netz kann auf Befehlen basieren, die dem Antrieb von der Stromversorgungsgesellschaft gesendet werden. So ist es für die Stromversorgungsgesellschaft möglich, die zum Aufladen angeschlossenen Elektrofahrzeuge anzuweisen, dem öffentlichen Versorgungsnetz Strom zuzuführen oder

von diesem in veränderlichen Mengen aufzunehmen. Dies kann sowohl über eine Einzel- als auch über eine Multi-Phasen-Leitung erzielt werden. Der Betrag und die Richtung kann sehr schnell variiert werden. Die Stromversorgungsgesellschaft würde in der Lage sein, angeschlossene Elektrofahrzeuge einzeln oder gruppenweise zu steuern, um die Gesamtnachfrage und Zufuhr in ihr Netz auszugleichen. Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß der Ausgleich sowohl netzweit als auch lokal stattfinden kann, wodurch Übertragungsverluste minimiert werden.

Ein weiteres bevorzugtes Merkmal der vorliegenden Erfindung ist - wie für die Durchführung einer Dreiecks-Ladestrategie - die Verwendung eines exakten Ladungszustands-Bestimmers, der zur Regelung der maximalen Lade- und Entladezustände der Batterie eingesetzt wird. Bei einer möglichen Ausführung kann dieser Bestimmer einfach bei geringen zusätzlichen Kosten in das Ladekontrollsystem integriert werden.

Ein weiterer Vorteil des vorliegenden Systems liegt darin, daß es derartig gesteuert werden kann, daß es bei verschiedenen Leistungsfaktoren und/oder last- bzw. speiseabhängig kontrollierbaren, harmonischen Strömen betrieben werden kann. Diese Merkmale sind sehr vorteilhaft für den Ausgleich anderweitiger Belastungen eines Netzes, die durch die Erzeugung von Blind- und oder harmonischer Leistung zusätzliche Kosten bei der Stromversorgungsgesellschaft verursachen.

Ein weiterer Vorteil des vorliegenden Systems liegt darin, daß es eingesetzt werden kann, für die Bereitstellung von Strom für Schlüsselinstallationen oder für Heim-, Handels- oder Industriestandorte im Falle einer Unterbrechung der Hauptstromzuführung. In diesem Fall können die Steuerungen des Ladungssystems entweder durch den Einsatz der Kommunikationsverbindungen angewiesen werden, Strom einzuspeisen, oder sie können automatisch den Verlust der Stromzufuhr erkennen und in Antwort hierauf die Erzeugung initiieren. In diesem Betriebsmodus wird das Ladegerät seine eigene interne Referenzfrequenz erzeugen und einen hierauf basierenden Wechselstrom einspeisen. Wenn mehrere Ladegeräte von Elektrofahrzeugen auf diese Weise zum Betrieb eines üblichen Netzwerkes eingesetzt werden, sind einige Synchronisationsmittel erforderlich. In dem zu der vorliegenden Erfindung gehörenden System wird die Synchronisation durch die Verwendung der Kommunikationsverbindungen durchgeführt oder durch den Einsatz eines Master-Referenz-Generators in

jeder lokalen Gruppe. Es werden einige Mittel zur Verhinderung einer Stromerzeugung benötigt, wenn ein Fehler in Eingangsleitung vorliegt, jedoch kann dies durch die Detektion von Spannung und Strom an der Schnittstelle zum öffentlichen Netz und durch Beenden der Einspeisung im Falle eines Fehlers durchgeführt werden.

5

Es ist auch notwendig, den Rückfluss der Netzversorgung und das Umschalten, das stattfinden muß, wenn dies auftritt, zu berücksichtigen. Es ist wahrscheinlich, daß bei einem praxismgerechten System das Synchronisationssignal durch die Energieversorgungsgesellschaft abgegeben werden muß. Wenn dies der Fall ist, ist es möglich, zu unterbrechen und die Netzeinspeisung mit wenigen oder ohne Störungen der Abnehmer wiederherzustellen. Dies erfordert offensichtlich eine erhebliche Infrastruktur, die jedoch innerhalb der Grenzen der bestehenden Technologie für Telefon und Kabelfernsehen und innerhalb des Bereichs vorgeschlagener integrierter Kommunikationsdienstleistungen für Haus-, Handels und Industriegebäude liegt.

15

Die Art und Weise, auf die diese Möglichkeit eingesetzt wird, wird natürlich von den Umständen des besonderen Stromnetzes, dem Netzwerk und der Anzahl der verfügbaren Elektrofahrzeuge abhängig sein. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß der Einsatz gemäß der folgenden Regeln stattfinden wird: Beim Kauf eines Elektrofahrzeuges werden die Käufer ein dafür vorgesehenes Ladegerät, das an dem Punkt, an dem das Fahrzeug üblicherweise über Nacht aufzuladen ist, installiert ist, besitzen. Ähnliche Stellen werden zum Aufladen an anderen Orten, wie zum Beispiel Einkaufszentren, Büros usw. verfügbar sein. An allen diesen Schnittstellen wird ein Stromanschluß und eine Kommunikationsverbindung vorhanden sein. Im Austausch für einige Anreize, wie zum Beispiel reduzierte Preise für die eingesetzte Elektrizität, wird der Verbraucher darin einwilligen, daß die Versorgungsgesellschaft die Richtung des Stromflusses nach Kriterien kontrolliert, die einen minimalen Ladungszustand der Fahrzeugbatterien einschließen. Es kann zum Beispiel angebracht sein, nur Fahrzeuge einzusetzen, die Batterien mit einer Kapazität von zum Beispiel mehr als 75 % aufweisen. Die Fahrer der Elektrofahrzeuge können diese Funktion abschalten, zum Beispiel wenn eine sehr schnelle Aufladung aus Betriebsgründen erforderlich ist, obwohl diese zum Verlust der Förderung für diesen Aufladezyklus führen wird. Kommunikationsverbindungen zu den Ladestationen sind bereits für die ferngesteuerte Abrechnung, basierend auf einem in jedem Elektrofahrzeug gespeicherten Identifikations-Code, in der Diskussion. Es sind jedoch Ausführungsformen vorstellbar, bei denen ein einfacherer Betrieb

35

möglich ist, ohne den Einsatz einer Kommunikationsverbindung, wobei ein angeschlossenes Fahrzeug programmiert ist, bestimmte Strom-Mengen zu bestimmten Zeiten zu entnehmen oder einzuspeisen. Die programmierten Zeiten können zum Beispiel eingestellt werden, wenn der Elektrizitätsverbrauch des Fahrzeugs durch das Versorgungsunternehmen aufgezeichnet wird. Bei einer derartigen Strategie zeichnet das Fahrzeug den exakten Stromverbrauch auf, und dem Konsumenten wird in regelmäßigen Abständen auf Schatzbasis eine Rechnung gestellt, die durch periodisches Ablesen unmittelbar aus dem Fahrzeug bestätigt wird.

Der Stromversorger wird in der Lage sein, den verfügbaren möglichen Strom entweder aus dem Wissen abzuschätzen, das er bereits über das Ladeverhalten der Elektrofahrzeuge besitzt, oder durch direkte Signale von den Elektrofahrzeugen über die Kommunikationsverbindung für Abrechnungszwecke abzuschätzen. Die Versorgungsgesellschaft kann dann einzelnen oder wahrscheinlicher Gruppen von Elektrofahrzeugen Signale geben, um Ihre Stromentnahme oder Zufuhr von oder zu dem Versorgungsnetz zu steuern. Durch das Planen und das Antworten auf wechselnde Nachfragen werden die Elektrofahrzeuge als flexibles Belastungs-Ausgleichssystem fungieren, daß die Notwendigkeit eine Spinning-Reserve vorzuhalten oder ausdrückliche Belastungsausgleichssystem aufzubauen, wie dies die aktuelle Praxis ist, beseitigt oder reduziert.

Obwohl der Kostenunterschied zwischen konventionellen und Elektrofahrzeugen hauptsächlich eine Folge der Kosten der benötigten Batterien ist, ist er auch eine Folge der vielen Versorgungssysteme, die in einem Elektrofahrzeug benötigt werden. Das Problem der Versorgungssysteme ist in einem EH-Fahrzeug sogar noch schwerwiegender. Solche Versorgungssysteme beinhalten die Versorgung des Fahrzeugzubehörs und die Mittel zur Aufladung der Batterie oder der Batterien des Antriebsmotors.

Für ersteres muß ein Mittel geschaffen werden, daß eine Stromzufuhr für gepuffertes Laden einer Batterie zuführt, die ein elektrisches Niedervoltbordsystem versorgt.

Obwohl ein Elektro- oder EH-Fahrzeug über ein erhebliches Maß an zur Verfügung stehender elektrischer Energie verfügt, ist es auf Spannungen festgelegt, die inkompatibel mit konventionellen Fahrzeugkomponenten, Glühlampen, Schaltern, Sicherungen, Relais usw. sind. Die Haupt-Stromversorgung für Antriebszwecke ist unveränderlich oberhalb der Sicherheit-Extra-Niederspannungs- (SELV) Grenze von 42 V und kann

höher als 300 V sein, so daß das Anlegen der Antriebsspannungen an speziell ausgelegte Fahrzeugteile ebenso gefährlich unkomfortabel und kostenintensiv ist.

5 In konventionellen Fahrzeugen wird die Versorgung für die Niederspannungszufuhr durch eine von dem Verbrennungsmotor angetriebene Drehstromlichtmaschine oder einen Generator - dimensioniert für einige 100 W - zusammen mit einer Regel- und Steuerausrüstung geschaffen. Dieses Verfahren ist teuer und obwohl es auf Elektro- und EH-Fahrzeuge anwendbar ist, ist es bei Elektro- und EH-Fahrzeugen üblich, einen DC-DC-Konverter einzusetzen, zur Schaffung einer Niederspannungszufuhr
10 direkt von der Haupt-Antriebsbatterie. Obwohl die Antriebsbatterie konventionell aus Zellblöcken hergestellt ist, ist es nicht möglich, einen von diesen einzeln zu verwenden. Neben dem Sicherheitsaspekt bewirkt die Verwendung eines Antriebsblockes oder einer Reihe von Antriebsblöcken zum Aufbau einer Niedervoltversorgung ein ungleichmäßiges Entladen und verursacht mögliche Batterieschäden. Auch ist der DC-DC-Konverter teuer, die Kosten betragen zwischen 200\$ bis 400\$ oder mehr, und er bringt
15 zusätzliches Gewicht mit sich.

Die Antriebsbatterien eines EH-Fahrzeuges werden durch den Einsatz eines Ladesystems aus dem normalen Wechselstromnetz wiederaufgeladen, jedoch sind derartige
20 konventionelle Ladesysteme sehr sperrig, wiegen viele Kilogramm und sind (im Falle industrieller Elektrofahrzeuge) außerhalb des Fahrzeuges an dem Heimatstandort angeordnet. Bei Elektro-Personenfahrzeugen ist es übliche Praxis, das Ladegerät mit dem Fahrzeug zu transportieren, so daß die Aufladung an Zielpunkten stattfinden kann, an denen hinreichende Wechselstromversorgung vorhanden ist. Solche bordseitigen
25 Ladegeräte verwenden normalerweise eine hochfrequente Umschalttechnik, um eine Ladeinheit mit einem akzeptablen Gewicht, in der Größenordnung von einigen 10 kg, zu schaffen.

Ein zweites Problem tritt auf, wenn die Stromflußraten in Betracht gezogen werden.
30 Eine typische Fahrzeugantriebsbatterie ist zum Beispiel auf zwanzig kW/h ausgelegt. Eine Einzel-Phasen-Wechselstromleitung kann Strom in einer Menge von 2 bis 3 kW oder unter bestimmten Umständen mehr zuführen, so daß ein vollständiges Wiederaufladen in etwa 10 Stunden möglich ist, wenn ein optimaler Wirkungsgrad bei Leistungsfaktors „Eins“ erreicht ist. In der Praxis beträgt der Ladewirkungsgrad der
35 Batterien nicht mehr als 80%, der Leistungswirkungsgrad des Ladegerätes kann 85%

betragen und das Ladegerät kann Leitungsströme mit einem Leistungsfaktor 0,47 oder niedriger aufnehmen. Konsequenterweise das Aufladen in einer adäquaten Zeit ein Problem darstellen und die Energiekosten können bei einfachen Systemen unattraktiv werden. Weiterhin können durch die Einspeisung harmonischer Ströme in ein Wechselstromnetzwerk durch einfache Ladesysteme sowohl technische als auch Zulassungsprobleme entstehen, insbesondere, wenn eine große Anzahl von Ladegeräten in Gebrauch genommen werden.

Lösungen für dieses zweite Problem beinhalten die Bereitstellung von größer ausgelegten Einzelphasen-Leitungen und den Einsatz von Mehrphasen-Versorgungen. Obwohl die Versorgungslage annehmbar ist, ist sie allgemein nicht gegeben. Alternative technische Ansätze beinhalten den Einsatz von speziellen Ladesystemen, die Leitungsströme bei Leistungsfaktoren nahe 1 abgreifen, und die Anwendung von „Dreiecks-“ oder Lade/Entladeverfahren, die den Batterien ermöglichen, Energie in höheren Mengen aufzunehmen, wobei eine geeignete Versorgung verfügbar ist. Derartige Ansätze sind teuer - mit hohen Bauteilkosten - und bringen zusätzliches Gewicht des Fahrzeuges mit sich.

Das Antriebssystem selbst verwendet bekannte Pulsweiten-modulierte (PWM) Wechselgleichrichterverfahren, um aus einer Gleichstromantriebsbatterie eine eng kontrollierte Wechselstromversorgung zu bilden. Die kontrollierte Wechselstromversorgung wird verwendet, um einen konventionellen Induktions-, einen Permanentmagnet-Synchron- oder einen anderen Motor bei veränderlicher Geschwindigkeit und veränderlichem Drehmomentbetrag zur Erfüllung der Bedürfnisse Fahrzeugbenutzers zu betreiben. Derartige Systeme sind von geringen Leistungsklassen bis zu Leistungsklassen von mehreren hundert Kilowatt anwendbar.

Wechselgleichrichter dieser Art nicht neu und wurden in kleinen Serien für industrielle Antriebssysteme seit Mitte der 60er Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts genutzt. Eine frühe Arbeit in diesem Feld ist beschrieben in Schönung, A. und Stemmler, H.: „Static Frequency Changers with 'Subharmonic' Control in Conjunction with Reversible Variable-Speed AC Drives“, Brown Boveri Review, Vol 51, p. 555 (1964).

Der Hauptvorteil derartiger Systeme ist der bürstenlose Betrieb des Motors, der wesentlich niedrigere Kosten mit sich bringt - und höhere Umweltverträglichkeit - als

die üblicherweise für regelbare Antriebe genutzten, mit Bürsten arbeitenden Gleichstrommotoren.

5 Seit 1985 verbreitete sich der Einsatz von Antriebssystemen des Wechselstrom-Typs
immer mehr. Ein industrieller Wechselgleichrichter-Antrieb wird üblicherweise
betrieben, indem zunächst die übliche Drei-Phasen-Leitungszufuhr oder Einzelphasen-
leitungszufuhr zu einer Zwischen-Gleichstrom-Spannung umgewandelt wird, bevor der
10 Gleichstrom zu Wechselstrom mit den gewünschten Parametern zum Betrieb des
angeschlossenen Motors rück-"umgewandelt" wird. Dieser Zwischengleichrichte-Prozeß
kompliziert den Antrieb, verursacht zusätzliche Kosten und hat in der Verzögerung
der Verbreitung von Wechselstrom-Inverter-Antrieben für industrielle Anwendungen
eine Rolle gespielt. Ein Wechselstromantrieb ist jedoch gut geeignet für Fahrzeug-
Antriebsanwendungen, bei denen die Primärenergiequelle Gleichstrombatterien sind.
15 Fahrzeuganwendungen der Wechselstromsysteme sind im Vergleich mit konventionel-
len, mit Bürsten arbeitenden Gleichstromantriebssystemen noch in der Minderheit, in
erster Linie wegen der Komplexität der Steuersysteme, zur Erzielung eines befriedi-
genden Betriebs mit dem Wechselstromsystem notwendig sind - und den Kosten
derartiger Systeme beim Einsatz von konventionellen Verfahren.

20 Bei dem System, zu dem die vorliegende Erfindung gehört, basiert der Inverter auf
Isolierschicht-Bipolar-Transistoren, die unter der Kontrolle eines Mikrocomputers
betrieben werden. Es sind ebenfalls viele andere Gerätetechniken anwendbar und
andere Steuerverfahren neben PWM können eingesetzt werden. Ein Beispiel hierfür
25 ist das ladungsumgepolte Inversionsverfahren, das auf der natürlichen Umwandlung
des Invertergerätes beruht, die insbesondere mit Permanentmagnet-Maschinen
anwendbar ist.

30 Der Wechselgleichrichter hat bei voller Ladung einen Energiewirkungsgrad von
ungefähr 96%, so daß wenn 50 kW an den Antriebsmotor oder an die Antriebsmotoren
angelegt werden, 2 kW im Umsetzer verloren gehen. Bei niedrigeren Leistungswerten
sind die Verluste nicht erheblich. Es ist jedoch selten, daß die Verluste weniger als
1 kW betragen.

Die meisten Wechselgleichrichterantriebe bieten von Natur aus einen Wiederaufladebetrieb. Konsequenterweise wird Strom beim Auftreten einer „Motorbremse“ den Batterien wieder zugeführt, und dieser Effekt wird bei der Mehrzahl Personenelektro- und EH-Fahrzeugantrieben genutzt.

5

Es ist auch möglich, die Möglichkeiten des bidirektionalen Stromflusses des Systems, das Gegenstand dieser Erfindung ist, auf weitere Arten einzusetzen.

10 Gemäß eines Aspektes der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Antriebssystem für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug einen Wechselstrom-Antriebsmotor, einen pulsweiten-modulierten (PWM) Konverter, der zur Umsetzung eines elektrischen Gleichstromsignals, daß von seiner Batterie in einen ersten Port eingespeist wird, in ein Wechselstromantriebs-Signal für den Motor, das aus einem zweiten Port abgegriffen wird, regelbar ist, einen Wechselstrom-Eingangs-Port und ein Umschaltmittel, daß
15 mit dem zweiten Konverter-Port zum Umschalten des zweiten Ports zwischen dem Antriebsmotor und dem Wechselstrom-Eingangs-Port verbunden ist, wobei der Wechselstrom-Eingangs-Port bei Verbindung mit einer geeigneten Wechselstromquelle zur Ladung der Batterie mit dem Konverter verbunden werden kann.

20 Bevorzugt weist das Antriebssystem eine Antriebsbatterie eines Blei-Säure- oder eines NaS-Typs (obwohl auch andere Typen gleichermaßen verwendbar sein können), MehrfachGleichstromverbindungs-Kondensatoren zum Erzeugen und Senken hochfrequenter Strompulse, die aus Betrieb des Stromkonverters resultieren, einem PWM-Konverter, der aus sechs unidirektionalen, selbstschaltenden Halbleiterschaltern mit
25 antiparallelen Dioden (Isolierschicht-Bipolar-Transistoren werden bevorzugt, jedoch können alle geeignet dimensionierten selbstumpolende Schalter eingesetzt werden) besteht, wobei die Schalter in einer Standard-Ganzwellen-Sechspuls-Gleichrichter-konfiguration angeordnet sind, einen auf einem Mikroprozessor basierenden Controller, dessen eine Funktion ist, sechs Antriebspulse zur Schaffung eines Tastsignals für
30 die statischen Schalter zu erzeugen, einen elektromechanischen Wechselschalter, der aus zwei mechanisch gesperrten Schützen, die die Verbindung des PWM-Konverters mit entweder dem Wechselstrom-Antriebsmotor oder dem Wechselstrom-Einspeiseanschluß ermöglicht, auf. Die Stellung des Wechselschalters wird durch den Mikroprozessor gesteuert, jedoch wird eine zusätzliche Sperre eingeschlossen sein, die das
35 Auftreten eines Umschalten während einer Bewegung des Fahrzeugs oder des An-

triebsmotors verhindert. Der Antriebsmotor kann ein Synchron-, Asynchron- oder geschalteter Reluktanzmotor sein.

5 Die Erfindung beinhaltet ebenfalls eine Vorrichtung zur Bereitstellung einer Gleichspannungshilfsversorgung für die Fahrzeugausstattung von einer symmetrischen Multiphasen-Antriebsversorgung, die einen PWM-gesteuerten Konverter einsetzt, wobei die Vorrichtung Mittel zum Verschieben eines neutralen Punktes einer Mehrphasenversorgung durch das Verschieben der PWM-Sequenzen für jeden Konverter-Ausgangspol aufweist.

10 Ein Beispiel eines Netzsystems und eines Fahrzeuges, daß einen Antrieb und ein Ladesystem gemäß der vorliegenden Erfindung einsetzt, wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben werden, in denen:

15 Die Figuren 1 bis 6 Diagramme sind, die die Prinzipien der Erfindung zeigen,

Figur 7 ein prinzipielles Schaltbild, das ein die Prinzipien der Erfindung ausführendes Gleichrichterantriebssystem zeigt,

20 Figur 8 die vektoriellen Zusammenhänge der Gleichrichter-Polspannungen zeigt, die zu einer Verschiebung des neutralen Punktes führt, gemäß des zweiten Aspektes nach der Erfindung,

Figur 9 ein Flußdiagramm ist, das ein Ladungsbereich zweigt, der in einem erfindungsgemäßen Fahrzeug eingesetzt werden kann,

25

Figur 10 die Wellenform eines Leitungsstromes in Verbindung mit dem Ladungszustand des in Zusammenhang mit Figur 9 beschriebenen Typs zeigt,

30 die Figuren 11a und 11b Vorrichtungen zeigen, die zum Handhaben der Verhältnisse bei niedrigen Batteriespannungen beim Wiederaufladen eingesetzt werden können,

Figur 12 die alternative Verwendung eines zusätzlichen Konverters zeigt, der zum Handhaben der Verhältnisse bei niedrigen Batteriespannungen beim Wiederaufladen eingesetzt werden kann,

35

Figur 13 eine Diagramm-Darstellung eines Netz/Verbraucher-Systems gemäß der Erfindung ist,

Figur 14 eine Diagramm-Darstellung eines Fahrzeuglade-/versorgungssystems ist und

5

die Figuren 15A und 15B Diagramme sind, die Einzelheiten von Filtern zeigen, die in dem Kreislauf nach Figur 7 eingesetzt werden können.

Die prinzipiellen Schaltungselemente für einen Drei-Phasen-Gleichrichterantrieb sind in Figur 1 gezeigt. Die prinzipielle Inverterschaltung weist einen pulsweiten-modulierten Inverter auf, der von sechs selbstschaltenden Halbleiterschaltern $T_1 - T_6$ mit antiparallelen Dioden $D_1 - D_6$, die in einer Standard-Ganzwellen-Gleichrichter-Konfiguration geschaltet sind, gebildet wird. Die Dioden $D_1 - D_6$ werden benötigt, wenn die Schalter $T_1 - T_6$ nur zum Durchlaß eines ein-direktionalen Stromes in der Lage sind. Ein auf einem Mikroprozessor basierender Kontroller μC hat die Funktion, die sechs Antriebspulse zu erzeugen, die notwendig sind, um die Tastsignale für die Schalter $T_1 - T_6$ zu erzeugen. Der PWM-Konverter konvertiert so eine Gleichstromversorgung U_D (üblicherweise eine Batteriequelle) und führt die resultierenden Wechselstromsignale einem Wechselstromantriebsmotor M zu. Der Antriebsmotor M kann ein Synchron-, Asynchron- oder ein geschalteter Reluktanzmotor sein.

Eine im wesentlichen identische Schaltung wird gelegentlich verwendet, um einen „Rückkopplungsgleichrichter-“ Betrieb oder „regenerativen Gleichrichterbetrieb“ zu schaffen, um Strom zwischen einer Wechselstromquelle und einer Gleichstromquelle auszutauschen. Eine Modifikation dieses Prinzips wird in dem vorgeschlagenen Fahrzeugantrieb eingesetzt, so daß die Komponenten des Antriebsinverters - wenn das Fahrzeug steht - als regenerativer Gleichrichter eingesetzt werden.

Die Betriebsprinzipien werden am besten im Zusammenhang mit einer Einzel-Phase erläutert. Wie in Figur 2 diagrammartig dargestellt, ist eine öffentliche Wechselstromversorgung (oder „Netzstrom“) U von einem AC/DC-Umsetzer C durch eine Leitungs-impedanz Z getrennt. Der Konverter ist mit einer Gleichstromversorgung V_{LK} verbunden. Wenn der Konverter sinusförmig PWM-gesteuert ist, wird eine Wechselstromquelle E an seinen von der Gleichstromversorgung abgezweigten Anschlüssen erzeugt. Das System kann dann dargestellt werden, als zwei unabhängige Wechselstromquellen, die

35

durch eine Leitungs-Impedanz Z (Figur 3) voneinander getrennt sind. Die Impedanz Z ist in ihrer Eigenschaft üblicherweise überwiegend oder vollständig induktiv.

Unter Hinzunahme des Netzstroms oder der Spannung des öffentlichen Netzes als Referenz, ist die vektorielle Darstellung Systems gleich der in Figur 4 dargestellten und die PWM-Steuerung des Konverters C ermöglicht, wie in Figur 5 gezeigt, die Variation der Phase und der Magnitude der von dem Konverter generierten Wechselstromspannung E relativ zur Netzspannung U . Diese Steuerung ermöglicht eine Verstärkung des Spannungsvektors in dem Wechselstromnetzwerk, und es kann gezeigt werden, daß der Spannungsvektor so verstärkt werden kann, daß er in Phase mit der Netzspannung ist oder der Phase vorweg- bzw. nachläuft. Ein Betrieb bei Leistungsfaktor „Eins“ kann sowohl durch Gleichrichtung als auch durch Rückkopplung erreicht werden. In dem vereinfachten Fall, bei der Leitungs-Impedanz ein vollständiger Blindwiderstand ist, ist die Ortskurve des Spannungsvektors um 90° phasenverschoben zur Differenzspannung U des öffentlichen Netzes. Dies ist in Figur 6 gezeigt.

Die Figur 7 zeigt das prinzipielle Schalt diagramm eines möglichen Systems nach der vorliegenden Erfindung. Eine Batterie 1 führt eine Gleichstromspannung einem PWM-Konverter 2 zu, der in Form von sechs selbstschaltenden Halbleiterschaltern $Q_1 - Q_6$ mit antiparallelen Dioden $D_1 - D_6$ in einer üblichen Doppelweg-Brücken-Konfiguration ausgestaltet ist. Ein auf einem Mikroprozessor basierender Controller 3 regelt eine Schalttafel 8, die die erforderlichen Antriebspulse erzeugt, die notwendig sind, um Tastsignale für die Schalter $Q_1 - Q_6$ zu schaffen. Der PWM-Konverter setzt so die Gleichstromversorgung um und führt die sich ergebenden Wechselstromsignale den Kontakten auf einer Seite 4a eines über einen Magneten betriebenen Multikontaktschalters 4 zu. An die andere Seite 4b des Schalters 4 sind der Wechselstromantriebsmotor 5 (ein Synchron-, Asynchron- oder geschalteter Reluktanzmotor) und über geeignete Impedanzen 6 die Anschlüsse 7a, b, c eines Eingangs-Ports 7 angeschlossen, an den bei stehendem Fahrzeug eine Netzversorgung angeschlossen werden kann.

Bei normalem Betrieb verbindet der Schalter 4 den Konverter 2 mit dem Motor 5, dem Mikrocontroller 3 über die Antriebtafel 8, zur Steuerung der Konverterschalter $Q_1 - Q_6$, wie es zum Betrieb des Motors erforderlich ist. Der Mikrocontroller 3 regelt auch den Magneten 4c des Schalters 4 über einen Verstärker 9 und ist dafür vor-

gesehen, den Schalter zu betätigen, wenn er hierzu durch den Bediener aufgefordert wird, so daß eine Netzstromversorgung mit dem Konverter 2 über den Eingangs-Port 7 zur Ladung der Batterie 1 verbunden werden kann. Der Kontroller umfaßt eine Sperrfunktion, so daß der Schalter nicht betätigt werden kann, wenn das Fahrzeug in Bewegung ist oder der Antriebsmotor in Betrieb ist. Hierfür überwacht ein Sensor 10 die Motorgeschwindigkeit und ist mit dem Mikrokontroller verbunden, um ein Geschwindigkeitssignal zur Verfügung zu stellen. Um die Batterie aufladen zu können, schaltet der Mikrokontroller die Konverterschalter $Q_1 - Q_6$, wie erforderlich, zur Umsetzung der Wechselspannungs-Netzsignale zu einer Gleichstromspannung an die Anschlüsse der Batterie entlang der gleichen Leitungen wie ein „regenerativer Gleichrichter“, wie in Destobbeleer, E. und Segurier, G., „Use of Pulse Width Modulated Techniques to Improve the Performances of Rectifiers“, Proc. 2nd European Conf. Power Electronics, Vol. 1, Grenoble, 22-24 September 1987 beschrieben und wie im folgenden kurz skizziert wird.

Dieses System hat so den Vorteil, daß es bei Hinzufügen einer geringen Anzahl von kostengünstigen Komponenten eine hochwertige Aufladung schafft, die mit vielen Speisemöglichkeiten ohne eine separate Ladeinheit als solche kompatibel ist. Mit diesem System ist auch eine Dreiecksladung möglich, so daß die Batterien schnell aufgeladen werden können und, wenn es zur Vermeidung von Memory-Effekten notwendig ist, tatsächlich wirtschaftlich in die Wechselstromzuleitung entladen werden kann.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß sie die Komplexität der physikalischen Infrastruktur minimiert, die außerhalb des Fahrzeugs für Ladezwecke erforderlich ist und hierdurch die Kosten für Tankstellen für Elektro- und EH-Fahrzeuge reduziert, insbesondere wenn hochdimensionierte Ladedienste erforderlich sind. Dies wird die Verbreitung von für eine Aufladung geeigneter Übergabepunkte fördern und somit die Attraktivität von Elektro- und/oder EH-Fahrzeugen für die Benutzer steigern.

Während unter den meisten Bedingungen eine bei einer Frequenz von 60 Hz oder bei vergleichbare niedrigen Frequenzen anliefernde öffentliche Stromversorgung als Ladequelle eingesetzt werden wird, ist es ein weiteres bevorzugtes Merkmal der Erfindung, daß ein großer Frequenzbereich der Zuführleitung akzeptiert werden kann,

einschließlich Wechselspannungen und/oder Frequenzen von mehreren Kilohertz. Die obere Frequenzgrenze ist prinzipiell durch wirtschaftliche Faktoren bestimmt, wie zum Beispiel die Kosten für die in Figur 7 gezeigten Umschaltgeräte $Q_1 - Q_6$. Bei normalen Ausführungen jedoch kann eine Zuführfrequenz im Bereich von dreißig
5 Kilohertz verarbeitet werden, und Ultraschallfrequenzen im Bereich von 30 Kilohertz sind möglich, wenn geschwindigkeitsoptimierte Schaltgeräte in dem in Figur 7 gezeigten System eingesetzt werden. Dieser Aspekt der Erfindung ist in Situationen wichtig, in denen aus Zulassungs- oder anderen Gründen eine nichtgalvanische (z.B. induktive Kupplung) zur Ladezuführung erforderlich ist. Wenn etwa eine induktive
10 Kupplung benötigt wird, wird zum Beispiel der Strom auf die aufzuladenden Fahrzeuge bei einer Frequenz von einigen Kilohertz (und einem geeigneten Spannungsniveau) verteilt. Bei Mehr-Fahrzeug-Ladestationen wird diese Verteilung besonders vorteilhaft von einem zentral angeordneten großen Konverter durchgeführt, der den Strom von einer normalen, niedrigfrequenten Zuleitung in die für das Aufladen erforderliche Frequenz transformiert. Zur Anpassung an eine induktive Schnittstelle wird
15 die Leitungs-Impedanz 6 in Figur 7 durch einen zweiteiligen Transformator ersetzt. Die Sekundär-Windung des Transformators ist als Teil des Fahrzeugs ausgeführt und mit dem in Figur 7 gezeigten Schalter 4 verbunden, während die zugehörige Primärseite des Transformators die Verbindungsschnittstelle 13 mit der Stromversorgung bildet und als Teil der ortsfesten Lade-Infrastruktur ausgebildet ist. Die hohe Frequenz der Vernetzung ist für die Reduzierung der physikalischen Größe und des Gewichts des benötigten Anschlußtransformators wichtig.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Erfindung ist das Dreiecks-Ladebetriebsarten
25 einfach realisiert werden, worin die Batterien in das angeschlossene öffentliche Netzwerk ohne Stromverluste ebenso entladen als auch wiederaufgeladen werden können. Dieses Verfahren ist wichtig, wenn ein sehr schnelles Aufladen (zum Beispiel innerhalb von Zeitintervallen von einer $\frac{1}{2}$ oder einer $\frac{1}{4}$ Stunde) erforderlich ist, und umfaßt den Einsatz kurzer oder kontinuierlicher Perioden der Stromentladung um
30 Elektroden-Polarisationseffekte zu verhindern. Elektrodenpolarisation tritt während des Ladens durch die endliche Zeit, die für die Migration der Ionen von den Elektrodenoberflächen benötigt wird. Entladungsperioden reduzieren diese Effekte deutlich und erlauben eine bedeutende Reduktion der Gesamtzeit, die zum Erreichen einer vollständigen Aufladung erforderlich ist, mit geringeren Außmaßen der Batterie-
35 Eigenerhitzung während des Ladevorganges. Das Entladen wird ebenfalls eingesetzt,

um neue und teilweise gealterte Batterien aufzubereiten (zum Beispiel zur Vermeidung des Memory-Effektes). Das Verfahren einer Dreiecks-Ladebetriebsart wird mit Bezug auf das Flußdiagramm aus Figur 9 beschrieben.

5 Gemäß der durch die Figur 9 erläuterten Dreiecks-Ladebetriebsart wird Strom von einer Ladequelle für eine kurze Zeit (die sich Bereich von weniger als einer Sekunde bis zu mehreren Sekunden oder länger bewegt) an die Batterien angelegt. Nachfolgend zu dieser Speiseperiode wird der Strom dann von den Batterien für eine Zeitdauer, die kürzer ist als die Speiseperiode abgezogen, so daß ein Netzstromfluß von der Ladequelle zu den Batterien vorhanden ist. Ruheperioden, in denen Strom weder zugeführt noch entnommen wird, sind ebenfalls möglich. Derartige Strategien sind für das schnelle Laden von Batterien bekannt. Bei einer als Teil dieser Erfindung eingesetzten, verbesserten Betriebsart wird eine Information bezüglich des Ladungszustandes der Batterie verwendet, um die Parameter (Perioden, Energiezufuhr, Entnahmeniveaus usw.) der Dreiecks-Ladebetriebsart zu definieren. Auf diese Art können spezielle Ladungsmengen den Batterien zugeführt werden oder hiervon abgezogen werden, wobei die Ladungsmengen unter Berücksichtigung des aktuellen Ladungszustandes der Batterie so gewählt werden, daß sie am besten geeignet sind. Unmittelbare Messungen der Batteriepolspannung und Messungen anderer Parameter werden ebenfalls eingesetzt, um den Ladeprozeß zu steuern. Wenn zum Beispiel während der Ladeperiode (wenn Strom den Batterien zugeführt wird) beobachtet wird, daß die Polspannung oberhalb eines vorbestimmten Wertes liegt, wird das Laden abgebrochen und eine Ruhe- oder Entladeperiode beginnt.

25 Die hier beschriebenen Entlademöglichkeiten des System können auch auf eine Vielzahl von Arten eingesetzt werden, um nicht-ideale Leitungsstromverhältnisse eines Wechselstromnetzwerkes zu korrigieren. Zum Beispiel verursacht das Übergewicht der heutzutage üblicherweise eingesetzten unregelmäßigen Dioden-Kondensator-Gleichrichter in elektronischen Produkten eine bekannte Senkung des Scheitels der Wellenform der Wechselstromspannung eines öffentlichen Netzes, und solche Gleichrichter ziehen Spannung nur bei oder nahe bei dem Scheitel der Wellenform des Netzstroms. Die Absenkung wird in das öffentliche Netz reflektiert, so daß ein Erfordernis für die Zuführung einer in erster Linie dritten, einiger fünfter und anderer harmonischer Ströme entsteht, wodurch die Kosten für die Erzeugung und Übertragung der Elektrizität steigen. Das System, das Gegensatz dieser Erfindung ist,

kann jedoch geregelt werden, um Strom einer vorbestimmten Form von einem öffentlichen Netzwerk zu entnehmen. Eine derartige Wellenform ist in Figur 10 gezeigt. In dieser Betriebsart ist der von dem Netzwerk durch das hier beschriebene System entnommene Strom vom Maximum der Wellenform verschoben, und tatsächlich wird
5 Strom dem Netzwerk für eine kurze Periode beim Maximum der Wellenform zurück-
gespeist. Diese Strategie hat den Effekt, daß das Netzwerk während der Periode unterstützt wird, in der unregelmäßige Gleichrichter Strom entnehmen und bietet auch eine kurze Bi-Polarisationsperiode der aufzuladenden Batterien. Der hauptsächliche
10 Nachteil eines solchen Vorgehens ist die Magnitude der hochfrequenten Ströme, deren
Fluß innerhalb der Batterien induziert wird. Falls erforderlich, kann der Gleichrichter programmiert sein, andere Wellenformen mit, falls gewünscht, verschiedenen harmonischen Strukturen zu entnehmen, wobei ein derartiges Programmieren ebenfalls über ferngesteuerte Kommunikationsmittel möglich ist, falls diese verfügbar sind.

15 Wenn der Antriebs-Inverter als regenerative Gleichrichter in der durch diese Erfindung vorgeschlagenen Weise eingesetzt wird, sind zusätzliche Mittel erforderlich, um die Ströme der Stromquelle in der Situation zu begrenzen, in der das Spannungsniveau der Gleichstrombatterie unterhalb des Maximums der angeschlossenen Spannungs-
quelle gefallen ist. Obwohl es selten ist, daß die Spannung der Antriebsbatterien unterhalb des Maximums der Spannung der Spannungsquelle fällt, sind derartige
20 Vorkommnisse beobachtet worden und können vernünftigerweise in Fahrzeugen erwartet werden, die (a) für die Benutzung durch die Allgemeinheit vorgesehen sind, (b) mit Hochspannungs-Antriebsbatterien ausgestattet sind, die Spannungen auf-
weisen, die in jedem Fall mit einem Durchschnittswert nur leicht oberhalb der Span-
25 nung üblicher einspeisender Spannungsquellen liegen, (c) mit Hochtemperatur-Batte-
rien ausgestattet sind oder (d) stark entladen sind. Wenn das Fahrzeug unbewegt bleibt und für eine Periode, die in ihrer Länge zwischen einigen Tagen und vielleicht mehreren Wochen variiert, nicht mit einer Aufladequelle verbunden ist, wird das
Ladungsniveau der Batterien langsam absinken, entweder durch die Versorgung von
30 Bord-Systemen, die einen kontinuierlichen Strom erfordern, und/oder durch Batterie-
Selbstentladungseffekte. Im Fall von Hochtemperatur-Batterien wird ein Abkühlen der Batterie während dieser Periode auftreten. Wenn derartige Batterien den gefrorenen Zustand erreichen, fällt das Spannungsniveau im wesentlichen auf den Nullpunkt. Bei den meisten Anlagen zum Management von Hochtemperatur-Batterien wird der
35 Batteriestrom verbraucht, um die Batterietemperatur aufrechtzuerhalten, bevor der

gefrorene Zustand erreicht wird, so daß der gefrorene Zustand mit einem niedrigen Ladungsniveau zusammenfallen wird. Konsequenterweise ist ein Rückkopplungs-Gleichrichter-Ladesystem für den Einsatz in normalen Fahrzeugen ohne zusätzliche Mittel zum Handhaben der niedrigen Batteriespannungsverhältnisse nicht praktikabel und in der Tat werden große Spannungsschöße des Stroms aus dem Schließen des Schalters 4 (vgl. Figur 7) zum Anschluß eines Fahrzeuges in diesem Zustand an die durchschnittliche Ladequelle resultieren, wenn nicht besondere Schritte für diesen Umstand vorgesehen werden, mit möglichem Batterieschaden und der Einbeziehung von Sicherungssystemen, wie zum Beispiel Schmelzsicherungen.

Derartige Mittel können extern eingesetzt werden. Zum Beispiel in dem Fall, in dem die Fahrzeuge (z.B.) Gabelstapler oder Materialtransportvorrichtungen sind, die innerhalb eines umschlossenen Bereichs, wie zum Beispiel einer Fabrik eingesetzt werden, können Techniker besondere Stromkonvertierer und Ladegeräte zu den entladenen Fahrzeugen bringen, um eine Initial-Schnellaufladung zu bewirken. Für Fahrzeuge jedoch, die in der Öffentlichkeit eingesetzt werden, ist es weniger komfortabel, wenn die Hilfe von Service-Technikern notwendig ist, und die Ausstattung auf dem Fahrzeug selbst sollte so ausgebildet sein, daß das Aufladen durch einen normalen Ladepunkt durchgeführt werden kann, ohne einen sichtbaren Unterschied für den Benutzer. Diese Mittel können auf verschiedene Weisen eingesetzt werden, entweder in Serien mit dem regenerativen Gleichrichter an der Quellen- oder Batterieseite oder parallel mit dem Hauptpfad des regenerativen Gleichrichters. Ein zusätzlicher Konverter (wie später beschrieben wird) kann vorgesehen sein, wobei in diesem Fall der Strom für den zusätzlichen Konverter der Quellseite des Schalters 4 (Figur 7) entnommen wird. Die serienbegrenzenden Mittel nehmen die Form einer variablen Impedanz an, die durch den Einsatz von Widerständen, Induktivitäten, geregelten Halbleiterelementen oder anderer Verfahren implementiert sein können.

Zum Beispiel können TRIAC-Elemente in Serie mit jeder eingehenden Wechselstromspeiseleitung eingesetzt sein. Die TRIAC-Elemente 17 in Figur 11 werden durch den Konverter/Gleichrichter und den Mikrokontroller 3 geregelt, unter der bekannten phasengeregelten Betriebsart zur Reduktion der Wechselstrom-Nenneingangsspannung - und damit zur Kontrolle der Batterieströme - während der Zeitdauer bis die Batteriespannung oberhalb des maximalen Spannungswertes der Wechselstromleitung angehoben ist. Nachteile dieses Systems sind die nicht-sinusförmigen Verläufe der

Ströme der Wechselstromleitungen während der Zeitdauer, in der die TRIAC's in Betrieb sind. Eine in Figur 11b gezeigte Alternative ist das Anordnen eines Längsgliedes zwischen den Ausgabeanschlüssen des Gleichstrom-Umsetzers und der Batterie. Das Element 18 kann, je nach Erfordernis, entweder wie gezeigt an den positiven Pol oder an den negativen Pol angesetzt werden. Das Reihenelement kann bevorzugt ein Arrangement von IGBT-Elementen oder ähnlicher Halbleiterschalter sein. Das Reihenelement 18 ist moduliert mit dem Inverter-Mikrokontroller gemäß einer pulsweiten-modulierten oder anderen Betriebsart zur Reduktion der Inverter-Gleichstrom-Ausgangsspannung bis die Batteriespannung wie zuvor steigt. Ein Parallelelement 19 ist zur Regelung der Ströme, die in Spulen 20 auf der Gleichstromseite fließen, vorgesehen. Es wird ein Bypass-Schalter 21 eingesetzt, so daß ein hochdimensioniertes Aufladen während des normalen Betriebs des Systems als regenerativer Gleichrichter möglich ist. Dieses Verfahren hat beträchtliche Vorteile gegenüber der TRIAC-Methode. Im einzelnen werden Ströme hoher Qualität einer Wechselstromleitung noch während der Anfangslade-Periode aufgenommen, und die für die Regelung dieses Reihenelementes erforderliche Software ist in vielerlei Hinsicht der Software des regenerativen Gleichrichters ähnlich, die für den Hauptteil der Ladeperiode verwendet wird.

Unter einigen Bedingungen ist es bevorzugt, einen zusätzlichen Konverter vorzusehen, der parallel zu dem regenerativen Hauptgleichrichter angeordnet ist, um Vorkehrungen für den Fall zu schaffen, daß die Spannung sowohl der Hilfs- als auch der Antriebsbatterien sehr gering ist. Die Anordnung des zusätzlichen Konverters ist in Figur 12 gezeigt. Dieser zusätzliche Konverter 24 ist üblicherweise durch den Hauptumsetzer-Mikrokontroller in einer ähnlichen Betriebsart wie oben beschrieben geregelt, ist jedoch zu einem begrenzten Betrieb aus eigener Kraft fähig. Er ist so angeschlossen, daß er sowohl die Hauptantriebsbatterie 1 als auch die Hilfsbatterie oder -batterien 12 (vgl. auch Figur 7) lädt. Solch ein beschränkter Betrieb umfaßt die Konvertierung von Strom zu einem geringen Maß (z.B. 200W). Der zusätzliche Konverter enthält einen hinreichenden Schaltungsaufbau, um diese Form des Betriebs zu ermöglichen, die nur durch seine Verbindung mit einer geeigneten Ladequelle, wie zum Beispiel einer Einzelphasenversorgung, gestartet wird. Durch den zusätzlichen Konverter wird dann Strom aus der Ladequelle umgesetzt, bis die Spannung der Hilfsbatterie soweit angestiegen ist, daß ein Betrieb des Hauptumsetzer-Mikrokontrollers möglich wird. Der Hauptumsetzer-Mikrokontroller moduliert dann den zusätzli-

chen Konverter gemäß einer pulsweiten-modulierten oder anderen Betriebsart zur Verbesserung der Qualität der von der Ladequelle aufgenommenen Ströme. Die Aufladung der Hauptbatterie ist dann über den zusätzlichen Konverter in größeren Raten (z.B. 1kW) ohne unerwünschte, an die angeschlossene Ladequelle angelegte
5 Niveaus einer Oberwellenstörung möglich. Bei üblichen Antriebsbatterien ist es notwendig, 2% oder mehr der vollen Ladungsmenge zuzuführen, bevor die Leerlaufspannung nahe an die normalen Ausmaße ansteigt. Demzufolge ist es bei einer Rate von 1kW notwendig, den zusätzlichen Konverter für ungefähr 30 Minuten zu betreiben, bevor die Spannung der Antriebsbatterie auf Niveaus steigt, unter denen eine
10 normale Aufladung über den regenerativen Gleichrichter stattfinden kann. Ein derartiger Betrieb ist auch mit den Wiedererwärmungsanforderungen von Hochtemperaturbatterien vereinbar, wie zum Beispiel Natrium-Schwefel- oder Natrium-Nickelchlorid-Batterien, die bevor ein Laden stattfinden kann in einen geschmolzenen Zustand aufgeheizt werden müssen.

15 Auf diese Art ist es möglich, ein Fahrzeug, daß vollständig „abgestorben“ ist (sogar bis zu dem Ausmaß, daß der Hauptinverter-Mikrokontroller außer Betrieb gesetzt ist), lediglich durch die Verbindung mit der normalen oder einer anderen geeigneten Ladequelle wieder mit Energie zu versorgen. Obwohl die längere Ladezeit für den
20 Benutzer bemerkbar sein wird, findet ein derartiger Betrieb vollständig ohne Mithilfe des Fahrzeugbenutzers statt, was wichtig für Fahrzeuge ist, die in der Öffentlichkeit betrieben werden sollen. Wenn ein Fahrzeug mit der hier beschriebenen Ausrüstung versehen ist, ist es unnötig, daß ein Techniker oder eine Serviceorganisation eingeschaltet wird. Der Benutzer kann ein tiefentladenes Fahrzeug auf die normale Art
25 wieder mit Strom versorgen. Nachteilig sind die Zusatzkosten für den zusätzlichen Umsetzer, obwohl in der Praxis diese Kosten minimiert sind, wenn die Hauptregelfunktionen auf den bereits für die Regelung des Umsetzers/regenerativen Gleichrichters eingesetzten Mikrokontroller übertragen werden.

30 Der in Figur 14 der Zeichnungen gezeigte Betrieb des Fahrzeugantriebssystems ist im wesentlichen oben beschrieben, jedoch wird das System nun mit Bezug auf Figur 13 weiter beschrieben werden, insbesondere bezüglich der umgekehrten Verwendung des Fahrzeugladesystems zur Zuführung von Strom von der Fahrzeugbatterie zum öffentlichen Netz oder Stromnetz.

Die besondere Anordnung der Verbrauchereinheiten, Meßgeräte und Kommunikationseinrichtungen wird ebenso wie die Regelungs-Software und die Kommunikationsverbindung (EN) zur Ermöglichung des Betriebs von den individuellen Anforderungen der Stromversorgungsgesellschaft abhängen.

5

Im einzelnen sind alternative Ausführungen eines Spezialdekoders für die Kommunikationsverbindung oder eines Dekoders für überlagerte Signale gezeigt. In anderen Aspekten ist das Ladesystem gleich dem oben beschriebenen.

10 Figur 13 ist ein vereinfachtes Diagramm des Netz- (öffentliche Stromversorgung) Systems und der angeschlossenen Fahrzeugkomponenten. Das Diagramm zeigt eine Mehrzahl von Stromerzeugern 101, 102, die üblicherweise elektrische Energie in ein Netz, allgemein mit 100 bezeichnet, über konventionelle Transformatoren 103 unter Anhebung der Spannung über das normale Maß für die Übertragung einspeisen.
15 Weitere Transformatoren 104, 105 erniedrigen die Spannung auf ein lokales Niveau, und dann auf ein Niveau für private und industrielle Nutzer, anschließend wird die Stromversorgung in individuelle Zähler 106, 107 eingespeist und dann durch konventionelle private oder industrielle Verbrauchereinheiten 108, 109 verteilt. Ein spezieller Auslaß ist ein EV-Ladeauslaß 110, der über eine Stromleitung 111 mit einem Elektrofahrzeug 112 verbunden werden kann, wobei dessen Bauteile im allgemeinen gleich
20 den oben beschriebenen sind, jedoch ein Ladesystem 113 und eine Antriebsbatterie beinhalten.

Ein am Generator der Stromversorgungsgesellschaft angeordnetes, auf Wellen-Basis arbeitendes Sende-/Empfangsgerät 115 kann eingesetzt werden, um Signale zu den
25 zugehörigen Fahrzeugeinheiten 114 zu senden bzw. diese zu empfangen, um zu bewirken, daß die angeschlossenen Fahrzeuge bei Bedarf in das Netz wiedereinspeisen, jedoch können auch alternative Kommunikationssysteme, wie zum Beispiel Radio, Kabel oder Glasfaserkabel eingesetzt werden. Diese Verbindungen sind schematisch mit 117, 118 bezeichnet und die Fahrzeug-Endgeräte zum Empfang der Signale
30 sind mit 15 bezeichnet (vgl. Figur 7).

Bei laufendem Betrieb des Systems zum Einspeisen in das Netz oder in die Stromversorgung aus einem gegebenen Fahrzeug verbindet der Schalter 4 (vgl. Figur 7) in
35 dem Fahrzeug den Konverter 2 mit der Netzstromversorgung über eine Impedanz 6

zum Aufladen. Der Betrieb ist im wesentlichen der gleiche, wie derjenige für das Aufladen, in dem die durch den Konverter erzeugte Spannung geregelt ist, um eine gewünschte vektorielle Beziehung mit der Spannung des Netzes bzw. des Netzwerkes der öffentlichen Stromversorgung aufzuweisen. In dem Fall, in dem der Strom dem
5 Netz oder der öffentlichen Versorgung zugeführt wird, unterscheidet sich diese Beziehung von dem Ladefall dadurch, daß die durch den Konverter erzeugte Spannung so geregelt ist, daß Strom von der Batterie durch den Konverter in das öffentliche Netzwerk geleitet wird. Die vektorielle Beziehung hängt von den Anforderungen für das Leistungsniveau, den Leistungsfaktor und den Gehalt an Oberwellen ab. Bei einer
10 Anwendung des vorliegenden Systems wird diese Anforderung entweder entlang einer speziellen Kommunikationsverbindung 15 oder alternativ einem Wellen- bzw. Funkkommunikationssystem 14 von der Stromversorgungsgesellschaft oder anderen autorisierten Regelbehörden übertragen.

15 Im Zusammenhang mit der Fahrzeugart, auf die sich die vorliegende Erfindung primär bezieht und in der ein sternförmig angeschlossener Drei-Phasen-Antriebsmotor eingesetzt wird, liegt ein geradliniges Verfahren zur Schaffung einer 12V Versorgung oder in der Tat einer anderen, möglicherweise gewünschten und geeigneten Spannung vor.

20 Das bei dieser Erfindung eingesetzte Verfahren besteht darin, jede Motor-Pol-Spannung um einen konstanten Betrag zu verschieben, wie in Figur 8 dargestellt. In einem symmetrischen Mehrphasensystem haben derartige Verschiebungen, die vektoriell gleichen Ursprungs sind keinen Netzeffekt auf die individuellen Phasen. Derartige Störungen gleichen Ursprungs bewirken, daß der neutrale Punkt des symmetrischen
25 Mehrphasensystems verschoben wurde. Der Effekt wird üblicherweise in Mehrphasen-, invertergespeisten Systemen als Spannungsschwingung des neutralen Punktes relativ zu dem erdungsanschluß der Gleichstromversorgung beobachtet, insbesondere, wenn pro Phase ein asymmetrischer Offset auftritt.

30 In dem Umsetzer des vorliegenden Systems wird, wie in Figur 7 dargestellt, ein Offset durch den Mikrokontroller 3 auf die für jeden Umsetzerausgangspol erzeugten PWM-Sequenzen angewandt. Der Offset ist derart gewählt, daß die PWM-Ausgangssequenzen eine Gleichstromkomponente enthalten, die - nach zeitlicher Mittlung durch den Filtereffekt der Motorwindungen und eines zusätzlichen Filters 11 - einer Verschiebungsspannung von nominal 14V des neutralen Punktes entspricht. Der neutrale
35

Punkt eines sternförmig angeschlossenen Motors ist unmittelbar abgreifbar und kann (mit geeigneter Sicherheitsschaltung) zum Laden einer 12V Hilfsbatterie 12 benutzt werden. Eine Rückkopplung über den Antriebsmikrokontroller 3 wird eingesetzt, um die Offset-Spannung zu regeln, wobei die Ladeprozesse der Hilfsbatterie geregelt werden.

5

Figur 8 zeigt die vektorielle Beziehung der Polspannungen, die zu einem Offset des neutralen Punktes führen.

10 Verschiedene Betriebspunkte sind für die praktische Verwendung dieser Offset-Technik des neutralen Punktes wichtig. Im einzelnen ist eine periodische Umkehr des Offsets bezüglich der Mitte der Antriebsbatterie erforderlich, so daß eine ausgeglichene Entladung beider Hälften der Antriebsbatterie stattfindet. Wie in Figur 15A gezeigt, können Dioden der filternden Schaltung 11 aus Figur 7 hinzugefügt werden, so daß ein
15 eindirektionaler Spannungsfluß durch die Hilfsbatterien 12 unter diesen Umständen erhalten bleibt. Weiterhin ist eine genaue Regelung der Umschaltperioden von Pol zu Pol des pulsweiten-modulierten Inverters erforderlich, wobei die gewünschten Pulsperioden-Differentiale, die für die Erzeugung des Spannungs-Offsets des neutralen Punktes erforderlich sind, von der Leistungstufe bis zu den Motoranschlüssen erhalten
20 bleiben. In der Praxis wird der Strom von der Hilfsbatterie zu der Hauptantriebsbatterie über die Inverterleistungsstufe in kurzen Pulsen übertragen, so daß die Innenwiderstandseffekte wichtig sind. Weiterhin muß der Antriebsmotor zur Überwindung der zusätzlichen Windungsverluste ausgelegt werden, die aus den zusätzlich infolge dieser Offset-Technik des neutralen Punktes fließenden Strömen resultieren. In
25 der Praxis liegt dieser Verlustanstieg im Bereich von 1% der Maschinen-Nennleistung, abhängig von dem Niveau der Niederspannungs-Leistungszufuhr, den speziellen Charakteristiken der Maschine und anderen Faktoren, so daß bei typischen Bedingungen keine Änderung der Maschinenausgestaltung notwendig ist.

30 Beim Einsatz von Motoren, die über eine Dreiecks-Schaltung angeschlossen sind, ist der neutrale Punkt nicht unmittelbar abgreifbar. Ein künstlicher neutraler Punkt kann hinreichend durch eine Reihe sternförmig angeschlossener Blindwiderstände geschaffen werden. Die Widerstände brauchen lediglich so ausgelegt zu werden, daß sie die vorgesehenen Ladeströme für die Hilfsbatterie ertragen.

Bei einigen Systemen ist es möglich, den Pol-Offset bei einer hohen Frequenz von einigen hundert Hertz zu modulieren, so daß die von dem Offset des neutralen Punktes abgeleitete Ladequelle durch einen kleinen Hochfrequenztransformator 23 (vgl. Figur 15B) ihrerseits durchgeführt werden kann, um, falls erforderlich, eine Isolation zu schaffen. Ein Nachteil dieses sekundär isolierten Systems in Motorantrieben, die für weite Geschwindigkeitsbereiche vorgesehen sind, ist, daß die zum Tragen der Schwingung des neutralen Punktes verfügbare Nennfrequenz bei hohen Motorgeschwindigkeiten gering wird, und die Anzahl und die Zeitdauer der PWM-Pulse, die zur Formung jedes Zyklusses der Grundfrequenz des Motors eingesetzt werden, reduziert werden. Der Isolations-Transformator muß daher zur Unterstützung der niedrigsten Frequenzen ausgelegt werden, die über den vollständigen Bereich des Umsetzer-Betriebs auftritt, was den Effekt mit sich bringt, daß Gewicht und Größe des Transformators zunehmen. Die Transformator-Anordnung ist in Figur 15B gezeigt. In den meisten Systemen jedoch fällt die Betriebsfrequenz nicht unter 100 Hertz und daher treten keine Probleme auf.

Alternativ kann der Offset, wenn die Betriebsfrequenz unterhalb eines Set-Points fällt, zeitweise entfernt werden. Dies bedeutet, daß ein Aufladen der Hilfsbatterie während der Perioden eines Hochgeschwindigkeitsfahrzeug-Betriebs nicht stattfinden wird, jedoch daß ein hochfrequenter Isolations-Transformator noch einsetzbar ist. Es ist unwahrscheinlich, daß dies ein Nachteil für diese Fahrzeuge ist und, wenn notwendig, (wenn das Laden wesentlich ist) kann der Offset durch Einführung zusätzlicher PWM-Pulse unter Inkaufnahme eines leichten Mangels an Induktionsfluß des Antriebsmotors wiederhergestellt werden.

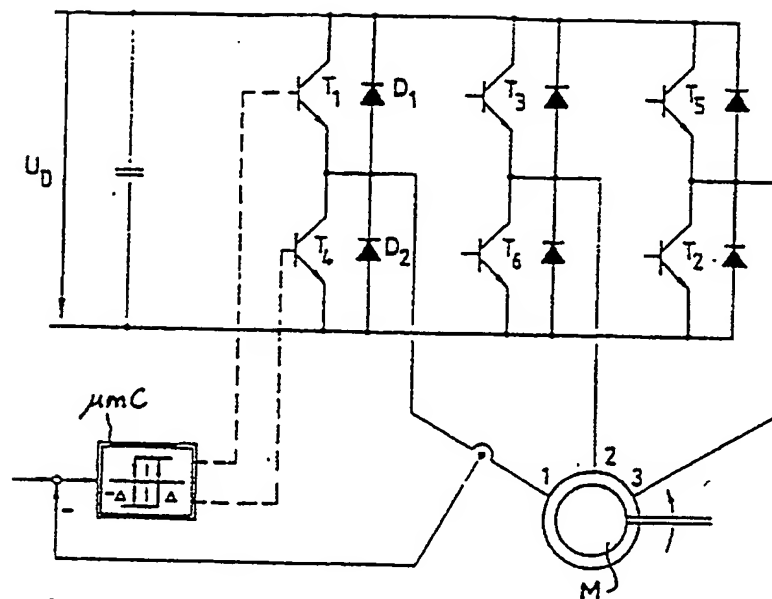
Patentansprüche:

1. Ladesystem für ein batteriegespeistes elektrisches Fahrzeug, mit Mitteln (2, 3, 4,
5 6, 13, 7) zum Überführen elektrischen Stroms zu oder von dessen Batterie entweder in Richtung oder aus Richtung einer öffentlichen Wechselstromversorgung oder eines Wechselstromnetzgerätes (100); und Mitteln zur Regelung bei Einspeisung von Strom in die Stromversorgung oder das Netzgerät.
- 10 2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es Bestandteil eines an Bord eines Fahrzeugs angeordneten elektrischen Antriebssystems des Fahrzeuges ist.
- 15 3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Anzahl von Halbleiterschaltern ($Q_1 - Q_6$) aufweist.
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es, um die Richtung oder die Menge des übergeleiteten Stromes örtlich oder aus der Entfernung durch eine Energieversorgungsgesellschaft derart steuern zu können, daß
20 der eingespeiste oder aufgenommene Strom auf lokaler Basis oder auf Grundlage des öffentlichen Netzes anpaßbar ist, ein zeitliches Steuerungsmittel zur Einrichtung eines angeschlossenen Ladesystems für die Einspeisung zu geeigneten Zeiten in das öffentliche Netz aufweist.
- 25 5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es, um die Richtung oder die Menge des übergeleiteten Stromes örtlich oder aus der Entfernung durch eine Energieversorgungsgesellschaft derart steuern zu können, daß der eingespeiste oder aufgenommene Strom auf lokaler Basis oder auf Grundlage des öffentlichen Netzes anpaßbar ist, eine Kommunikationsvorrichtung (14/15,
30 115/117, 118) aufweist, so daß die Stromversorgung Signale zu Fahrzeugen senden kann, um zu bewirken, daß diese in das Netz einspeisen.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner Ladungszustandsbestimmer (16) zur Steuerung der maximalen Ladungs- und
35 Entladungszustände der Batterie aufweist.

7. Elektrisches Wechselstrom-Einspeisesystem für eine öffentliche Stromversorgung oder ein Netzgerät mit einem Mittel zur Kommunikation mit einem Elektrofahrzeug, das mit der Netz- oder Netzgerätezufuhr zum Laden verbunden ist, um wahlweise zu bewirken, daß das Fahrzeug entweder Strom von der Batterie zur Zuführung überträgt oder die Ladespannung ändert oder verringert.
8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Kommunikationsmittel (115) auf Signalen, die der Zufuhr aus dem öffentlichen Netz überlagert sind, oder auf einem getrennten Kanal (117, 118) basiert, wie zum Beispiel einer Funkempfänger-, einer Kabel- oder einer Lichtwellenleiterverbindung, die zusätzlich für Abrechnungszwecke verwendbar sein kann.
9. Antriebssystem für ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, das aufweist, ein Ladesystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und einen Wechselstromantriebsmotor (5), einen pulsbreitenmodulierten Konverter (2), der zur Konvertierung eines von einer Batterie (1) über einen ersten Anschluß gespeisten Gleichstromstromsignals in ein, aus einem zweiten Anschluß (4a) ausgegebenes Wechselstrom-Fahrsignal für den Motor regelbar ist, einen Wechselstrom-Einspeiseanschluß (7) und eine, an dem zweiten Konverteranschluß angeschlossene Umschaltvorrichtung zur Umschaltung zwischen dem Antriebsmotor und dem Wechselstrom-Einspeiseanschluß, wobei der Wechselstrom-Einspeiseanschluß bei Verbindung mit einer geeigneten Wechselstromquelle zur Aufladung der Batterie (1) mit dem Konverter (2) verbindbar ist.
10. Antriebssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner mehrere Gleichstromverbindungskondensatoren zum Erzeugen und Absenken hochfrequenter Spannungspulse, die aus dem Betrieb des Strom-Konverters (2) resultieren, und einen PWM-Konverter aufweist, der von unidirektionalen, selbstführenden Halbleiterschaltern ($Q_1 - Q_6$) mit antiparallelen Dioden ($D_1 - D_6$) gebildet ist, wobei die Schalter in einer üblichen Ganzwellengleichrichter-Konfiguration angeordnet sind.
11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß es einen Mikroprozessor-gesteuerten Kontroller (3) aufweist, dessen eine Funktion ist, Fahrimpulse zu generieren, um Auswertesignale für die Schalter ($Q_1 - Q_6$) zu schaffen.

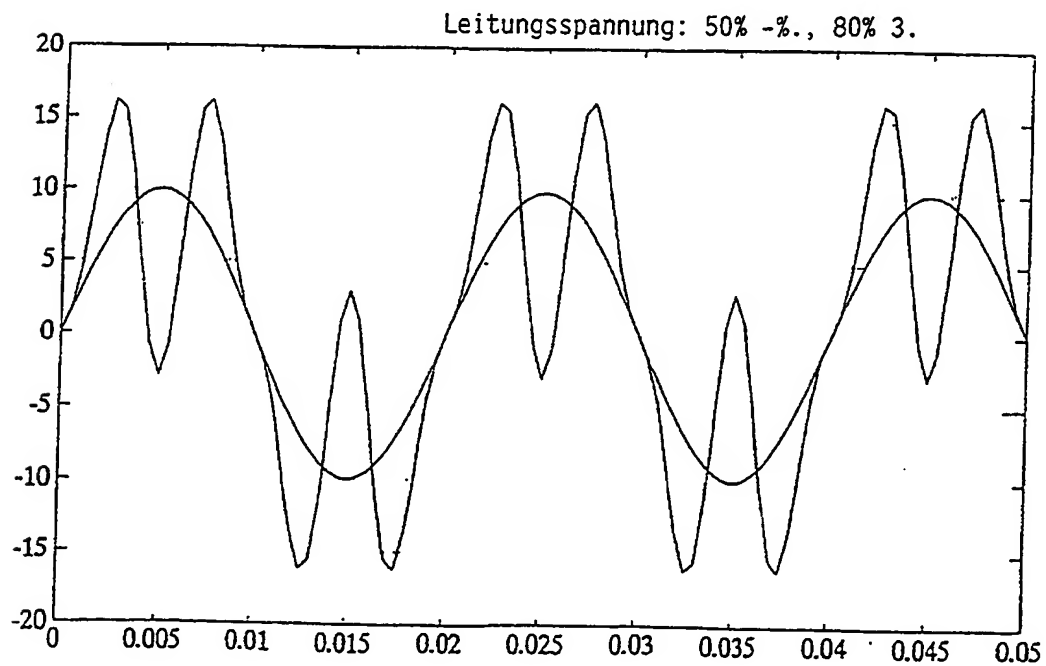
12. System nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß es einen elektromechanischen Wechselschalter (4) aufweist, der von zwei gegenseitig mechanisch gesperrten Schützen, die die Verbindung des PWM-Konverters (2) mit entweder dem Wechselstrom-Antriebsmotor (5) oder dem Wechselstrom-Einspeiseanschluß (7) ermöglicht.
13. System nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Stellung der Wechselschalters durch den Mikroprozessor (3) gesteuert wird.
14. System nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Sperre (3, 10) aufweist, die das während der Fahrzeug- oder Antriebsmotorbewegung auftretende Umschalten verhindert.
15. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Batterie (1) eine Blei-Säure-, Natrium-Schwefel-, Natrium-Nickelchlorid-Batterie oder ein anderer für den Fahrzeugantrieb geeigneter Typ ist.
16. System nach einem der Ansprüche 9 bis 15, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zur Bereitstellung einer Gleichspannungs-Hilfsversorgung (11, 22/23) für die Fahrzeugausstattung von dem PWM-gesteuerten Konverter (2), wobei die Vorrichtung Mittel (3) zum Verschieben eines neutralen Punktes einer Mehrphasen-Versorgung durch das Verschieben der PWM-Sequenzen für jeden Inverter-Ausgangspol.
17. System nach einem der Ansprüche 9 bis 16, gekennzeichnet durch Mittel (17/18-21), mittels derer die Batterie (1) durch den PWM-Konverter (2) selbst dann ladbar ist, wenn die Batteriespannung sehr niedrig ist.
18. System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel (17/18-21) eine Schalteinrichtung (17/18-21) aufweist, die in Reihe zwischen der Batterie (1) und dem Konverter (2) oder zwischen dem Konverter (2) und der Wechselstrom-Ladeversorgung und unter Regelung durch den Mikrokontroller (3) angeordnet ist.

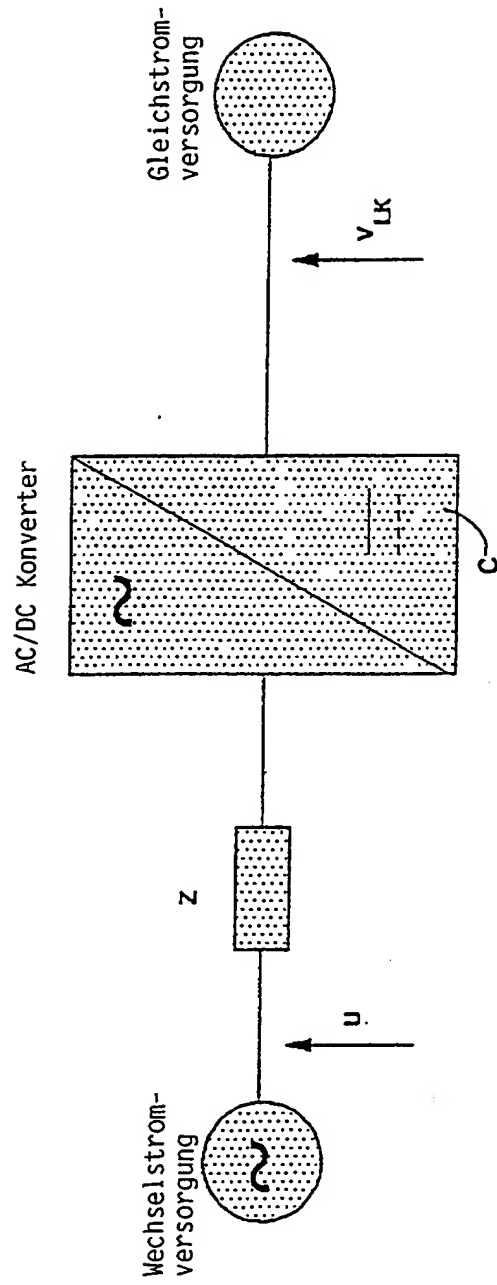
19. System nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Hilfskonverter (12) parallel zu dem PWM-Konverter (2) vorgesehen ist, um das Laden der Batterie (1) unabhängig von dem Hauptkonverter (2) zu bewirken.



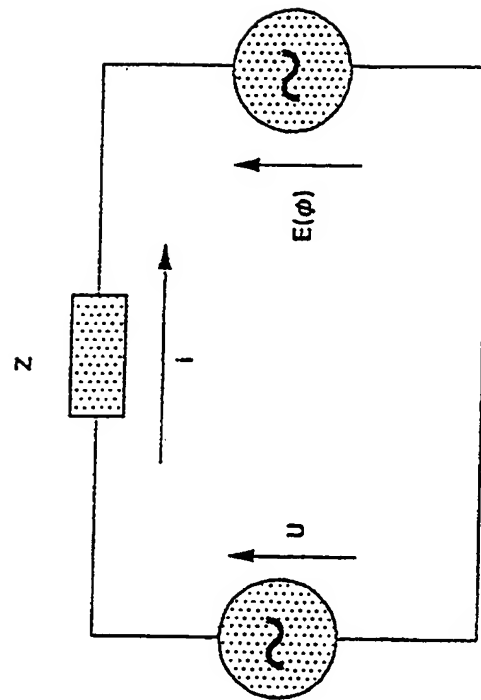
Figur 1

Figur 10

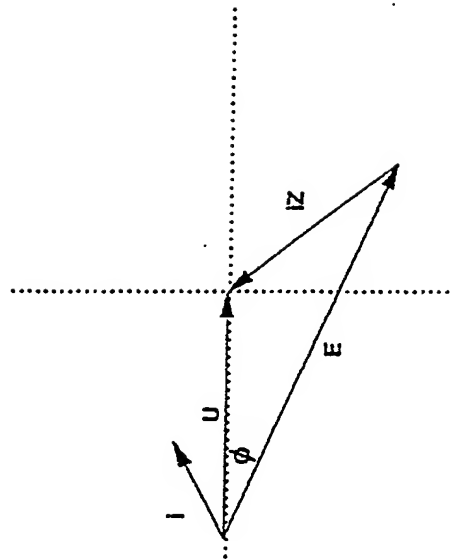




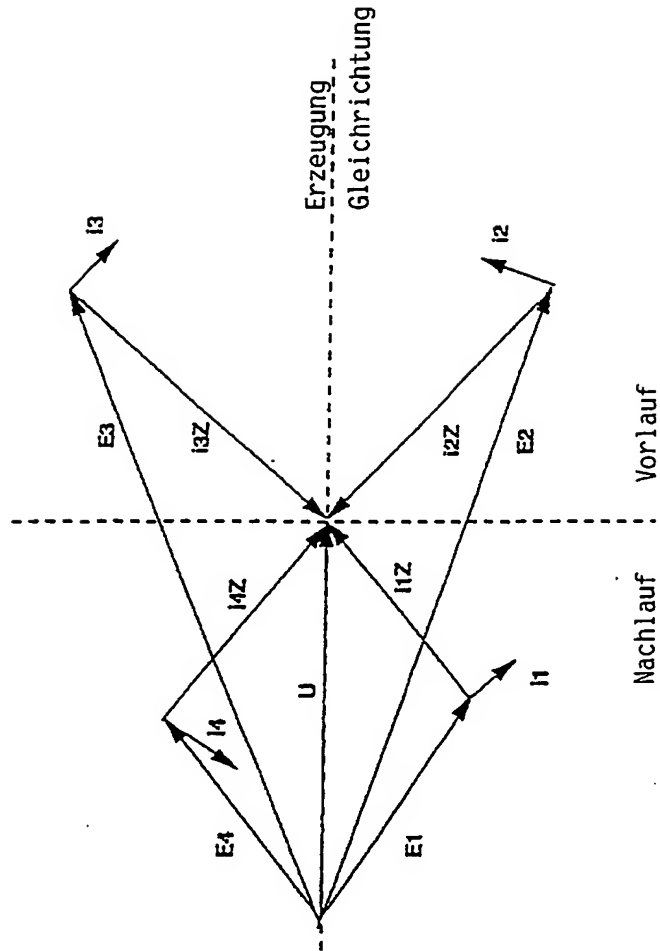
Figur 2



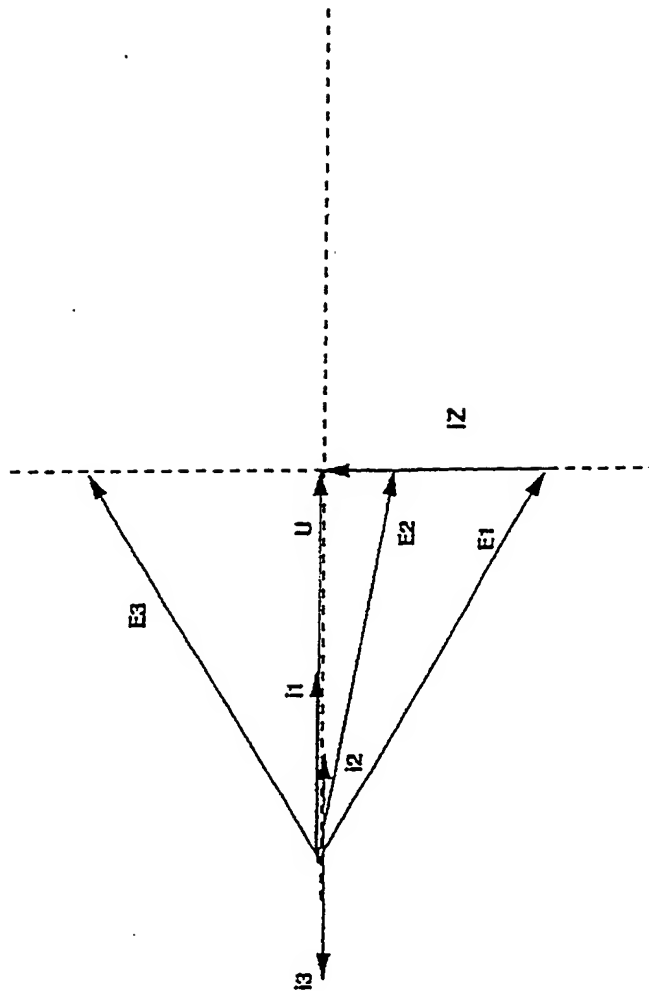
Figur 3



Figur 4

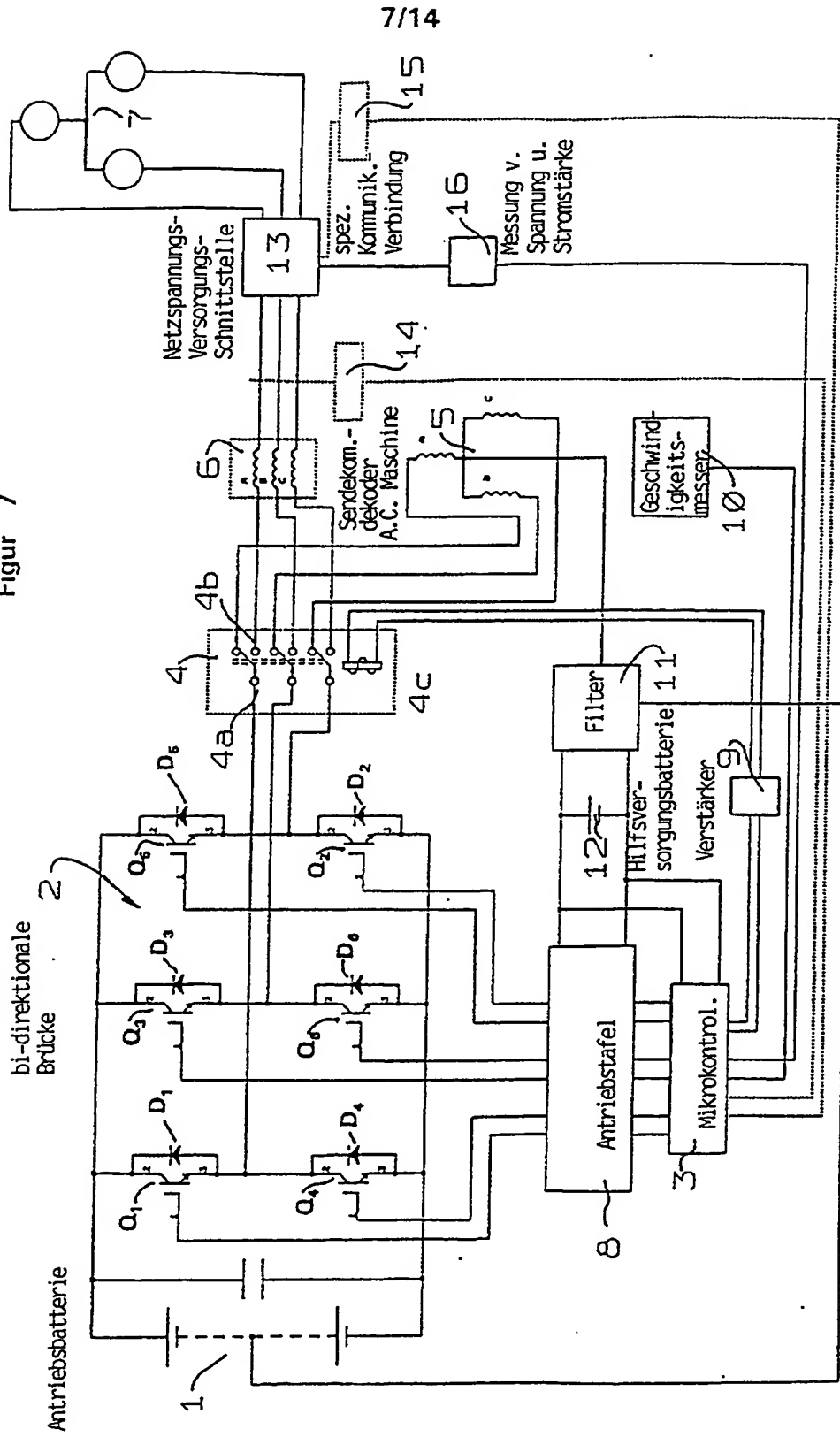


Figur 5

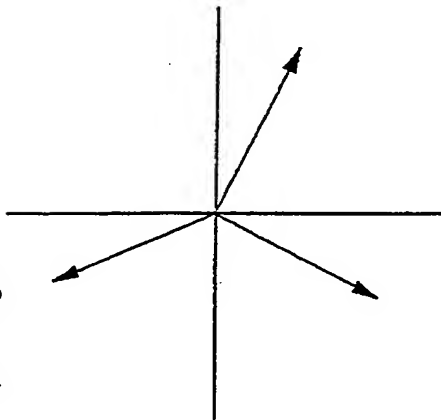


Figur 6

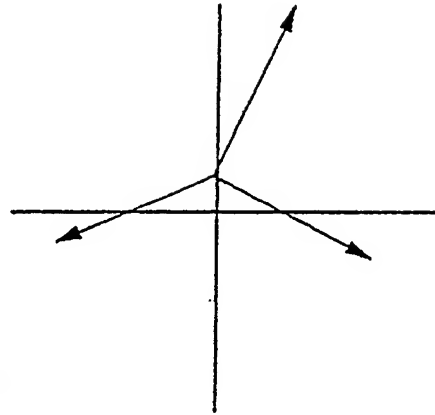
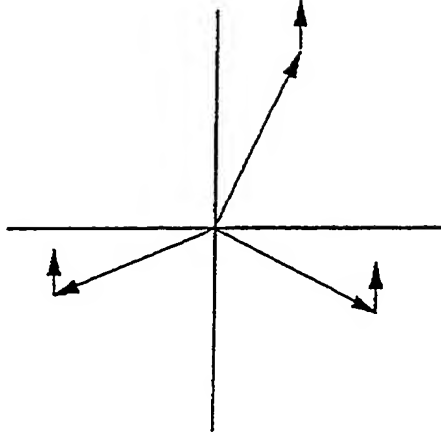
Figur 7



Symmetrische Drei-Phasen-Pol-
Spannungen

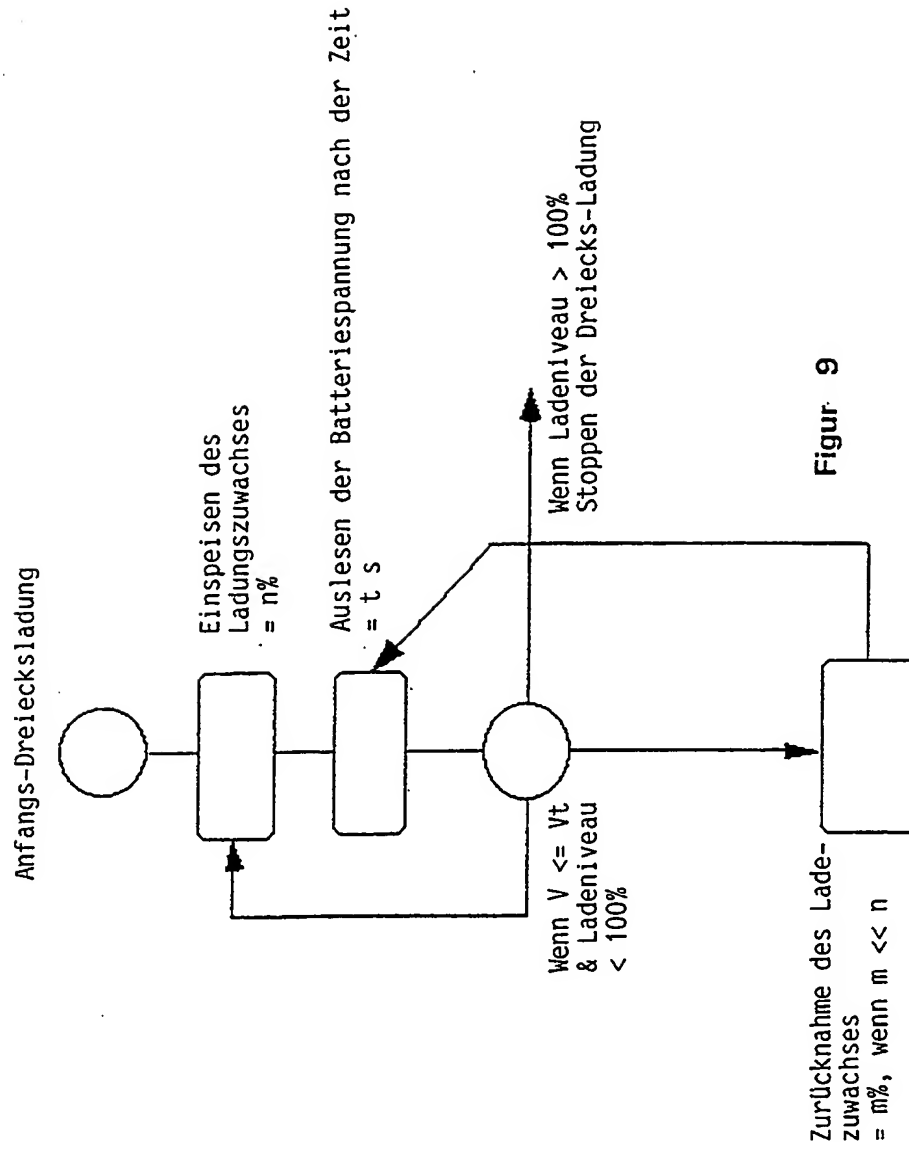


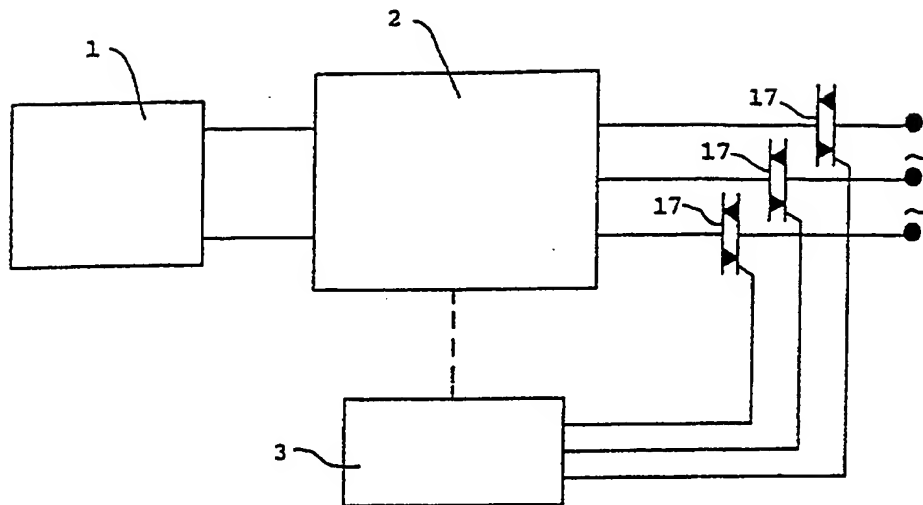
Polspannungen mit aufgelegtem Offset



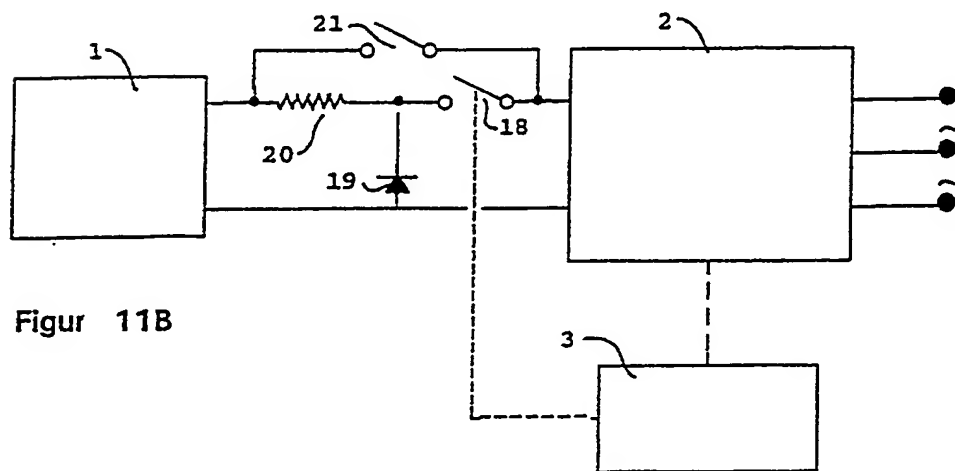
Äquivalenter Offset des
neutralen Punktes
(Transformiertes Koordinatensystem)

Figur 8

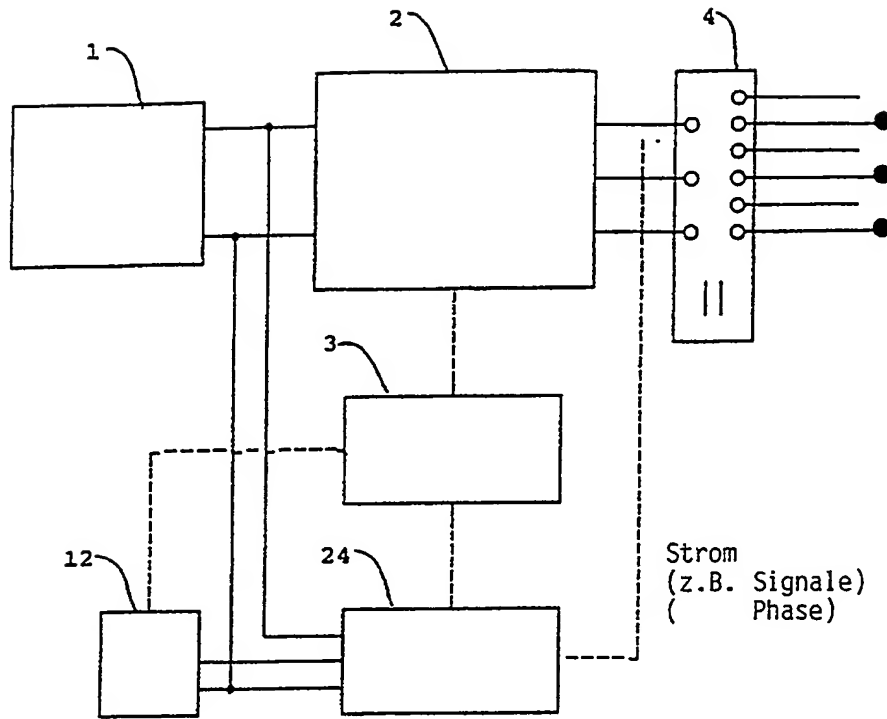




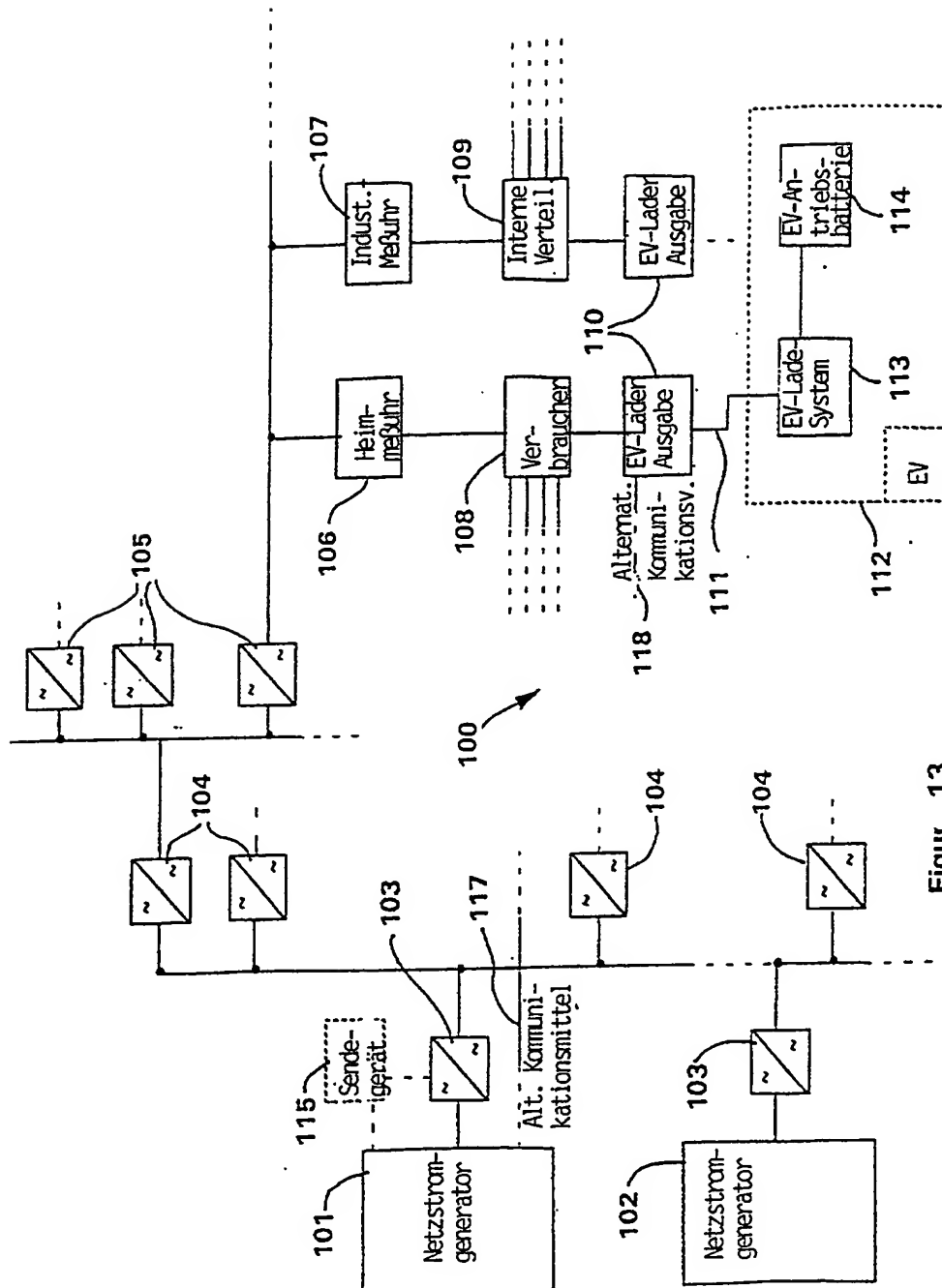
Figur 11A



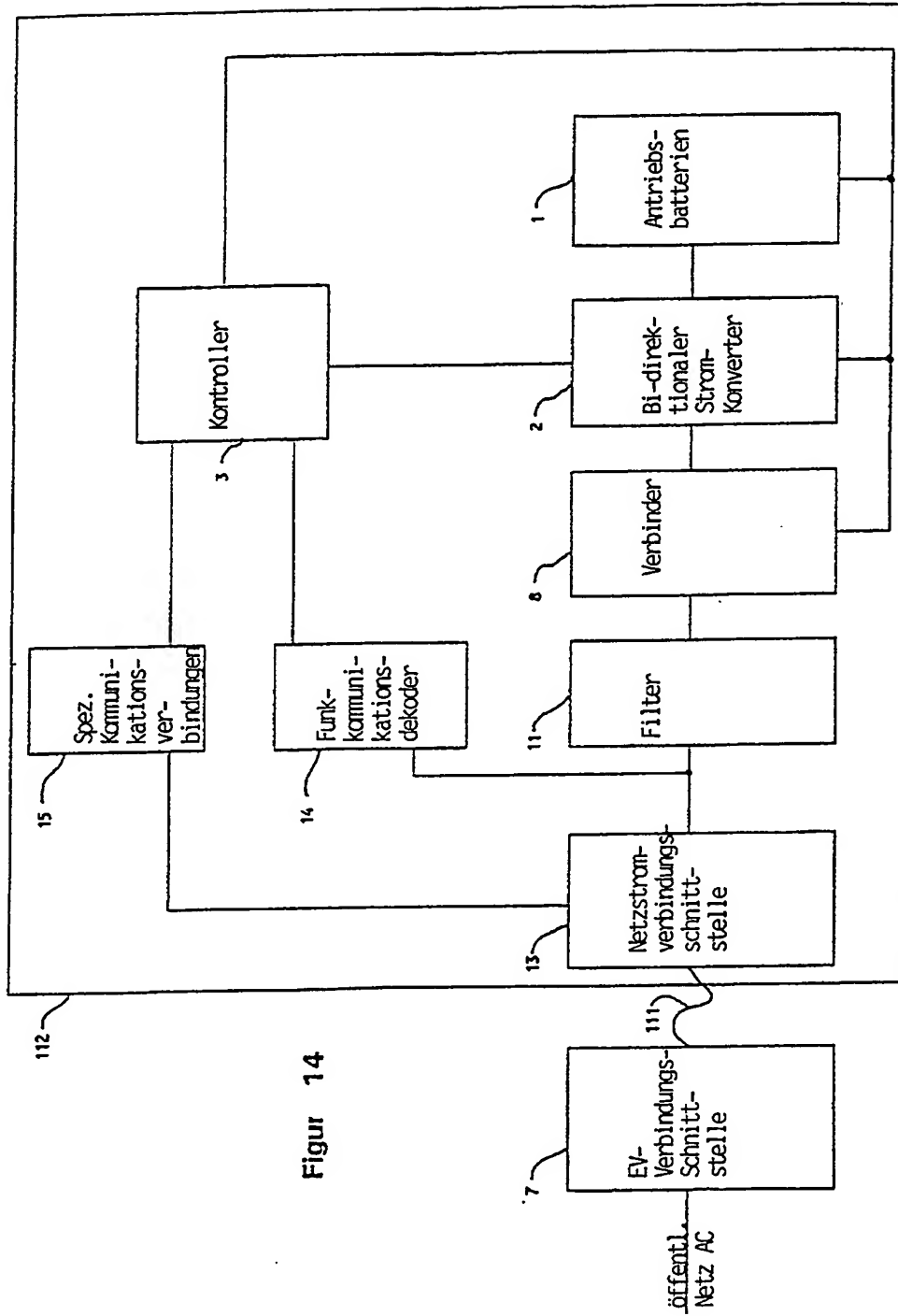
Figur 11B



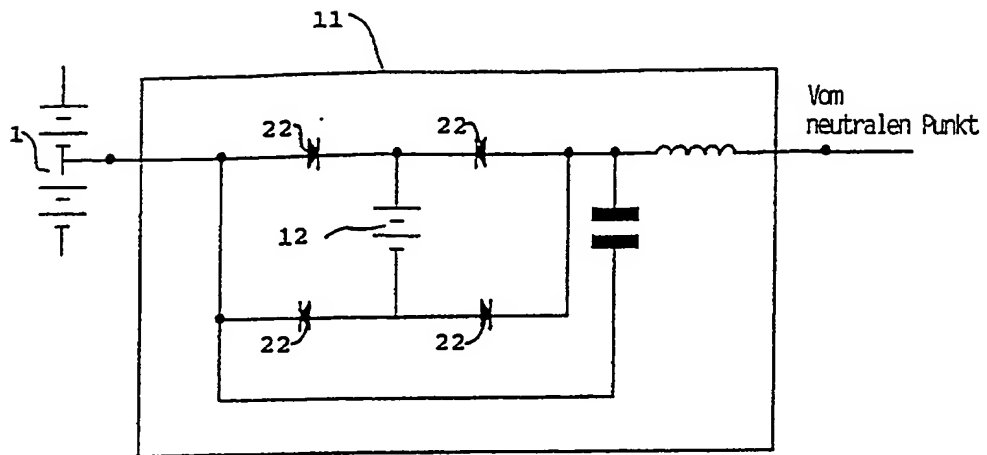
Figur 12



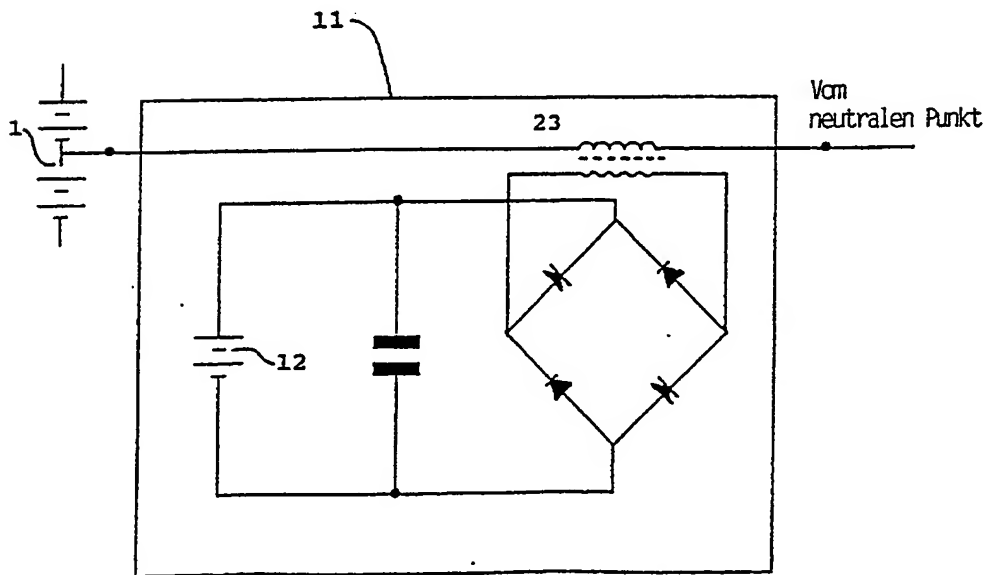
Figur 13



Figur 14



Figur 15A



Figur 15B